



## «ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ»

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 «Хімічна та біоінженерія»</i>
Спеціальність	<i>162 – Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>6 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ЕКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 1 год./тиждень; практичні заняття: 1 год./тиждень, згідно розкладу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор техн. наук, професор Саблій Лариса Андріївна larisasabliy@ukr.net; 099-281-09-91 (Телеграм) Практичні: доктор техн. наук, професор Саблій Лариса Андріївна</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom. Код курсу 7hjpes5</i>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

**Актуальність** дисципліни «Гідробіологічні процеси у водних екосистемах» полягає у розгляді та аналізі водних екосистем, шляхів покращення екологічного стану природних водойм, збільшення їх біопродуктивності, новітніх тенденцій у використанні гідробіонтів водних екосистем для очищення води та отримання біогазу: біологічного конвеєра, асоціацій специфічних мікроорганізмів-деструкторів, мікроорганізмів-продуцентів біогазу, іммобілізованих мікроорганізмів, біоценозів з вищими водними рослинами. Це дозволить збільшити ефективність очищення води, зменшити об'єми утворюваних осадів і витрати коштів на отримання чистої води і біогазу.

**Метою дисципліни** є формування у студентів здатностей до аналізу водних екосистем, їх живого населення та фізико-хімічних факторів, які визначають якість води та біопродуктивність водойм різного типу; до розрахунку та аналізу оцінки водного середовища з екологічних позицій; до застосування заходів для усунення впливу антропогенних факторів на водойми; до використання систем для забезпечення відтворення якості поверхневих і підземних вод.

##### **Основні завдання дисципліни -**

оцінка водного середовища з екологічних позицій; проведення аналізу води за показниками забруднюючих речовин, аналізу результатів гідробіологічних спостережень за водними об'єктами; вибір способів, прийомів та технологій для покращення якості води водойм, для зменшення антропогенного навантаження, для збільшення їх біопродуктивності та визначення шляхів ефективного використання технологій та їх вдосконалення.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни, студенти після засвоєння дисципліни повинні отримати такі **здатності**:

- оволодіння здатністю до оцінювання якості природних вод різними способами: фізико-хімічними, біологічними та бактеріологічними, в тому числі біотестуванням;
- здатність до аналізу відомостей про екологічну зональність гідросфери; основні біологічні компоненти водних систем; вплив абіотичних факторів на водні системи; антропогенний вплив на водні екосистеми (органічне, токсичне, радіонуклідне забруднення);
- здатність до аналізу особливостей основних водних об'єктів України; водогосподарських об'єктів та систем для забезпечення якості природних та стічних вод.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни, студенти після засвоєння дисципліни повинні продемонструвати такі **результати навчання**:

- вміти аналізувати процеси, які відбуваються в природних водоймах, та які призводять до змін якості води в них;
- вміти виконувати розрахунки допустимих концентрацій забруднюючих речовин із скидними водами у водні об'єкти;
- вміти запроваджувати заходи для збереження якості води у поверхневих і підземних водах;
- вміти вибирати способи, прийоми та технології біологічними методами з використанням гідробіонтів водних екосистем для покращення якості води природних водойм, для зменшення антропогенного навантаження, для збільшення їх біопродуктивності.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні дисциплін: хімії (загальної та неорганічної, фізичної, колоїдної, органічної, аналітичної, біохімії), фізики, промислової екології.

Використовується при екологічній оцінці водойм, виявленні антропогенних впливів на водойми і шляхів їх усунення, при виборі способів, прийомів та технологій для покращення якості води водойм, для збільшення їх біопродуктивності, при розрахунках допустимих показників забруднюючих речовин у промислових і комунальних скидах стічних вод у природні водойми, а також при виконанні дипломних проєктів та наукових робіт з біоенергетики та водоочищення.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Тема 1. Вступ. Загальний огляд. Поняття гідросфери.**

Поняття гідросфери та її екологічної зональності. Екологічна зональність Світового океану, морів, континентальних водойм. Водна екосистема як структурно-функціональна складова біосфери. Угрупування гідробіонтів. Трофічна структура біоти водних екосистем.

### **Тема 2. Біологічні компоненти водних екосистем.**

Бактерії і віруси. Водорості. Екологічні форми водоростей. Вищі водяні рослини. Загальна характеристика. Екологічні угруповання. Водяні безхребетні тварини, ракоподібні та риби. Найпростіші. Кишковопорожнинні. Черви. Роль цих організмів у формуванні біоценозів водойм. Екологічні особливості формування іхтіофауни. Справжні кісткові риби.

### **Тема 3. Абіотичні фактори водних систем.**

Динаміка водних мас та її роль у водних екосистемах. Роль течій у формуванні структури біоценозів. Гідрофізичні фактори у водних системах. Температурний та термічний режими водних об'єктів. Седиментація, осадоутворення та формування донних ґрунтів. Сольовий склад води. Сольовий склад природних вод. Класифікація природних вод за сольовим складом. Евригалінні та стеногалінні гідробіоти. Осморегуляція у гідробіотів.

#### **Тема 4. Кисень гідросфери та його роль у водних екосистемах.**

Кругообіг кисню в гідросфері. Формування кисневого режиму у водних екосистемах. Розкладання органічних речовин. Особливості використання гідробіонтами кисню з води. Роль кисню у життєдіяльності гідробіотів. Біологічні процеси у очищенні води та роль кисню у їх інтенсифікації. Шляхи забезпечення киснем мікроорганізмів у штучно створених екосистемах. Діоксид вуглецю у водних екосистемах. Хімічні та біологічні перетворення. Фіксація автотрофними і гетеротрофними організмами. Фотосинтез.

#### **Тема 5. Азот і фосфор у водних екосистемах.**

Кругообіг азоту в біосфері. Азотфіксація у водних екосистемах. Амоніфікація, нітрифікація, денітрифікація та їх роль у кругообігу азоту у водних екосистемах. Неорганічний та органічний фосфор. Вміст фосфору в організмах гідробіотів і його метаболічна роль.

#### **Тема 6. Водні екосистеми.**

Популяції гідробіотів. Характеристика популяцій гідробіотів. Структура, чисельність та біомаса популяцій гідробіотів. Методи визначення чисельності та біомаси популяцій гідробіотів. Щільність популяцій гідробіотів. Гідробіоценози. Характеристика, структура, взаємини гідробіотів в екосистемах. Видова різноманітність. Роль вищих хребетних тварин у біологічних процесах водних екосистем.

#### **Тема 7. Антропогенний вплив на водні екосистеми.**

Органічне, токсичне та радіонуклідне забруднення водних екосистем. Органічні речовини та їх кругообіг. Сапробність водних об'єктів. Природна і антропогенна евтрофікація водойм. Гідробіологічний процес «цвітіння води». Джерела токсичного забруднення. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіотів. Гідротоксикометрія. Фактори, що впливають на токсичність хімічних речовин для гідробіотів. Якість води. Екологічні та водогосподарські підходи до визначення якості води. Вплив внутрішньо водоймових процесів на якість води. Методи оцінки якості природних вод. Біотестування води.

#### **Тема 8. Водогосподарська екологія, її завдання. Водні ресурси України та їх якість.**

Огляд водних об'єктів України, екологічні проблеми та їх вирішення. Річкова мережа України. Екологія дніпровських водосховищ. Угрупування гідробіотів різних екологічних зон. Екосистема морів. Водний баланс і якість води. Газовий режим. Характеристика гідробіотів моря.

#### **Тема 9. Екосистеми озер, ставків, боліт, каналів.**

Характеристика гідробіотів. Особливості гідрологічного режиму та їх вплив на формування гідробіоценозів. Формування якості води. Біологічна продуктивність ставків. Промислова рибопродуктивність. Інженерна гідроекологія. Стан забруднення водних об'єктів України. Заходи щодо покращення якості води водних об'єктів. Системи водовідведення міст, промислових і сільськогосподарських підприємств. Очищення стічних вод від різноманітних забруднюючих

речовин. Проектування та експлуатація станцій очищення стічних вод. Використання біологічних методів за участі гідробіонтів водних екосистем для очищення води та отримання біогазу: біологічного конвеєра, асоціацій специфічних мікроорганізмів-деструкторів, мікроорганізмів-продуцентів біогазу, іммобілізованих мікроорганізмів, біоценозів з вищими водними рослинами. Проблеми та перспективи.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Рекомендована література

##### Базова:

1. Романенко В.Д. *Основи гідроекології / Обереги*, 2001. - 727 с.
2. Кононцев С. В., Саблій Л.А., Гроховська Ю.Р. *Екологічна біотехнологія очищення стічних вод та культивування кормових організмів: Монографія*. – Рівне: НУВГП, 2011. – 151 с.

##### Допоміжна:

3. Мацнєв А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. *Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля / Навч. посібник для студ. вищих навч. закладів*. – Рівне: ВАТ “Рівненська друкарня”. – 2000. - 504 с.
4. Мацнєв А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. *Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля*. – Рівне: ВАТ “Рівненська друкарня”, 2002. - 462 с.
5. Саблій Л.А. *Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія*. - Рівне: НУВГП, 2013. – 292 с.
6. *Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні та управління безпекою праці / Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С., Россінський В.М. // Підручник для студ. ВНЗ спец. «Біотехнології та біоінженерія» рекомендовано вченою радою НТУУ «КПІ» / Під ред. Л.А. Саблій – Рівне: НУВГП, 2016 - 356 с.*
7. *Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні та управління безпекою праці / Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С., Кононцев С.В. // Підручник для студ. ВНЗ спец. «Біотехнології та біоінженерія», рекомендовано вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського / Під ред. Л.А. Саблій - 2-е вид., перероб. і доп. – Рівне: НУВГП, 2018 - 377 с.*
8. Запольський А.К., Мєшкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздяк П.І., Князькова Т.В. *Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод*. - К.: «Лібра». - 2000. - 552с.
9. Хенце М., Амроэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. *Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы*. М.: «Мир». - 2006. - 480с.
10. Саблій Л.А. *Нові технології біологічного очищення стічних вод / Гідротехніка: зб. наук. праць*. – Рівне, 2014. – Вип. 1. – С. 88-97.
11. Саблій Л.А., Жукова В.С., Козар М.Ю. *Ефективні сучасні технології очищення стічних вод в біореакторах з іммобілізованими мікроорганізмами Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки : Наук.-техн зб. Вип. 24/Гол. ред. О.С. Волошкіна. – К. КНУБА, 2014. – С. 237-246.*
12. Саблій Л.А., Кузьмінський Є.В., Жукова В.С., Бляшина М.В. *Технологія біологічного очищення стічних вод української антарктичної станції Академік Вернадський / Український антарктичний журнал (УАЖ). – 2014. - № 13. – С. 281-287.*
13. Саблій Л.А., Кононцев С.В. *Забезпечення енергоефективної терморегуляції рибницьких господарств індустріального типу / Актуальні проблеми систем теплозапобігання і вентиляції, водопостачання і водовідведення: зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2015. – С. 177-179.*
14. Саблій Л.А., Бойчук С.Д. *Очищення стічних вод від органічних речовин в біореакторах з іммобілізованими мікроорганізмами / Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки : Наук.-техн зб. Вип. 21/Гол. ред. А.М. Тугай. – К. КНУБА, 2013. – С. 110-114.*

15. Sabliy L., Kuzminskiy Y., Gvozdyak P., Lagód G. Anaerobic and aerobic treatment of wastewater of milk plants [Електронний ресурс] Society of Ecological Chemistry and Engineering (SEChE), Proceeding of ECOpole. – 2009. - Vol. 3. - No. 2. - P. 373-378. - Режим доступу до журн.: [http://tchie.uni.opole.pl/ecoproc09b/SabliyKuziminskiy\\_PECO09\\_2.pdf](http://tchie.uni.opole.pl/ecoproc09b/SabliyKuziminskiy_PECO09_2.pdf)
16. Саблій Л.А., Козар М.Ю. Ефективна технологія очищення стічних вод солодового заводу / Вісник Інженерної академії України. – 2013. - № 3-4. – С. 209-212.
17. Саблій Л.А., Козар М.Ю. Ефективність біологічного видалення сполук фосфору із стічних вод в різних кисневих умовах / Енергетика: економіка, технології, екологія. Науковий журнал. – К: НТУУ «КПІ», 2013. - № 2 (33). – С. 104-107.
18. Саблій Л.А. Нові технології біологічного очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод / Л.А. Саблій, Є.В. Кузьмінський, В.С. Жукова, М.Ю. Козар М.Ю. // Водопостачання та водовідведення: виробн.-практ. журнал. – 2014. - № 3. – С. 24-33.
19. Саблій Л.А. Очищення стічних вод шкіряних заводів фізико-хімічними та біологічними методами Вісник Київ. нац. ун-ту технологій та дизайну. - К.: КНУТД, 2012. - № 6 (68). - С. 91-97.
20. Саблій Л.А. Моделювання процесів в біоценозі біореакторів при очищенні висококонцентрованих стічних вод / Вісник Інженерної академії України. – 2012. - № 3-4. - С. 280-283.
21. Саблій Л.А., Жукова В.С. Очищення стічних вод від сполук азоту / Науковий вісник будівництва. - Х.: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2011. - Вип. 63. - С. 431-435.
22. СанПиН 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения.

**Інформаційні ресурси:**

23. <https://doi.org/10.23939/jeecs2017.02.051>
24. <https://doi.org/10.15407/biotech12.04.050>

**Навчальний контент**

**5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

**Лекційні заняття**

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда); інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять, розробка і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань і ін.).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<b><u>Лекція 1. Вступ. Загальний огляд. Поняття гідросфери.</u></b> Поняття гідросфери та її екологічної зональності. Екологічна зональність Світового океану, морів, континентальних водойм. Водна екосистема як структурно-функціональна складова біосфери. Угрупування гідробіонтів. Трофічна структура біоти водних екосистем. <i>Література: (1); (3).</i>
2	<b><u>Лекція 2. Біологічні компоненти водних екосистем.</u></b> Бактерії і віруси. Водорості. Екологічні форми водоростей. Вищі водяні рослини. Загальна характеристика. Екологічні угруповання. Водяні безхребетні тварини, ракоподібні та риби. Найпростіші. Кишковопорожнинні. Черви. Роль цих організмів у формуванні біоценозів водойм. Екологічні особливості формування іхтіофауни. Справжні кісткові риби.

	<i>Література: (1); (3).</i>
3	<p><b><u>Лекція 3. Абіотичні фактори водних систем.</u></b></p> <p>Динаміка водних мас та її роль у водних екосистемах. Роль течій у формуванні структури біоценозів. Гідрофізичні фактори у водних системах. Температурний та термічний режими водних об'єктів. Седиментація, осадоутворення та формування донних ґрунтів. Сольовий склад води. Сольовий склад природних вод. Класифікація природних вод за сольовим складом. Евригалінні та стеногалінні гідробіоти. Осморегуляція у гідробіотів.</p> <p><i>Література: (1); (2).</i></p>
4	<p><b><u>Лекція 4. Кисень гідросфери та його роль у водних екосистемах.</u></b></p> <p>Кругообіг кисню в гідросфері. Формування кисневого режиму у водних екосистемах. Розкладання органічних речовин. Особливості використання гідробіотами кисню з води. Роль кисню у життєдіяльності гідробіотів. Біологічні процеси у очищенні води та роль кисню у їх інтенсифікації. Шляхи забезпечення киснем мікроорганізмів у штучно створених екосистемах. Діоксид вуглецю у водних екосистемах. Хімічні та біологічні перетворення. Фіксація автотрофними і гетеротрофними організмами. Фотосинтез.</p> <p><i>Література: (1); (2).</i></p>
5	<p><b><u>Лекція 5. Азот і фосфор у водних екосистемах.</u></b></p> <p>Кругообіг азоту в біосфері. Азотфіксація у водних екосистемах. Амоніфікація, нітрифікація, денітрифікація та їх роль у кругообігу азоту у водних екосистемах. Неорганічний та органічний фосфор. Вміст фосфору в організмах гідробіотів і його метаболічна роль.</p> <p><i>Література: (1); (2).</i></p>
6	<p><b><u>Лекція 6. Водні екосистеми.</u></b></p> <p>Популяції гідробіотів. Характеристика популяцій гідробіотів. Структура, чисельність та біомаса популяцій гідробіотів. Методи визначення чисельності та біомаси популяцій гідробіотів. Щільність популяцій гідробіотів. Гідробіоценози. Характеристика, структура, взаємини гідробіотів в екосистемах. Видова різноманітність. Роль вищих хребетних тварин у біологічних процесах водних екосистем.</p> <p><i>Література: (1); (3).</i></p>
7	<p><b><u>Лекція 7. Антропогенний вплив на водні екосистеми.</u></b></p> <p>Органічне, токсичне та радіонуклідне забруднення водних екосистем. Органічні речовини та їх кругообіг. Сапробність водних об'єктів. Природна і антропогенна евтрофікація водойм. Гідробіологічний процес «цвітіння води». Джерела токсичного забруднення. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіотів. Гідротоксикометрія. Фактори, що впливають на токсичність хімічних речовин на гідробіотів. Якість води. Екологічні та водогосподарські підходи до визначення якості води. Вплив внутрішньо водоймових процесів на якість води. Методи оцінки якості природних вод. Біотестування води.</p> <p><i>Література: (1); (2).</i></p>
8	<p><b><u>Лекція 8. Водогосподарська екологія, її завдання. Водні ресурси України та їх якість.</u></b></p> <p>Огляд водних об'єктів України, екологічні проблеми та їх вирішення. Річкова мережа України. Екологія дніпровських водосховищ. Угрупування гідробіотів різних екологічних зон. Екосистема морів. Водний баланс і якість води. Газовий режим. Характеристика гідробіотів моря.</p> <p><i>Література: (1); (3).</i></p>

9	<p><b>Лекція 9. Екосистеми озер, ставків, боліт, каналів.</b></p> <p>Характеристика гідробіонтів. Особливості гідрологічного режиму та їх вплив на формування гідробіоценозів. Формування якості води. Біологічна продуктивність ставків. Промислова рибопродуктивність. Інженерна гідроекологія. Стан забруднення водних об'єктів України. Заходи щодо покращення якості води водних об'єктів. Системи водовідведення міст, промислових і сільськогосподарських підприємств. Очищення стічних вод від різноманітних забруднюючих речовин. Проектування та експлуатація станцій очищення стічних вод. Використання біологічних методів за участі гідробіонтів водних екосистем для очищення води та отримання біогазу: біологічного конвеєра, асоціацій специфічних мікроорганізмів-деструкторів, мікроорганізмів-продуцентів біогазу, іммобілізованих мікроорганізмів, біоценозів з вищими водними рослинами. Проблеми та перспективи.</p> <p><i>Література: (1); (2).</i></p>
---	---

### Практичні заняття

Основними завданнями циклу практичних занять з дисципліни «Гідробіологічні процеси у водних екосистемах» є формування у студентів вміння розв'язувати прикладні завдання, виконувати розрахунки масових балансів забруднюючих речовин в системах водоочищення та водообороту, розрахунки гранично-допустимих скидів забруднюючих речовин із стічними водами у водні об'єкти, працювати з нормативними, довідковими джерелами.

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань).

№ з/п	Назва теми заняття
1	<b>Визначення кратності розбавлення стічних вод у річці.</b> <i>Література: (3); (4).</i>
2	<b>Визначення кратності розбавлення стічних вод у морі.</b> <i>Література: (3); (4).</i>
3	<b>Розрахунок допустимого скиду стічних вод у річку за завислими речовинами.</b> <i>Література: (3); (4).</i>
4	<b>Розрахунок допустимого скиду стічних вод у річку за розчиненим у річковій воді киснем.</b> <i>Література: (3); (4).</i>
5	<b>Розрахунок допустимого скиду стічних вод у річку за показником БСК<sub>повн.</sub></b> <i>Література: (3); (4).</i>
6	<b>Замкнута система водозабезпечення рибницьких господарств індустріального типу, схема, основні елементи, влаштування, призначення.</b> <i>Література: (1); (2).</i>
7	<b>Розрахунок масового балансу перетворення сполук азоту у замкнутій системі водозабезпечення рибницьких господарств індустріального типу.</b> <i>Література: (1); (2).</i>
8	<b>Розрахунок масового балансу перетворення сполук фосфору в біологічних ставках з культивуванням в них водних рослин: ряски, елодеї та ін.</b> <i>Література: (1); (2).</i>
9	<b>Модульна контрольна робота</b>

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (36 годин), модульної контрольної (4 години), підготовка до іспиту (30 годин) та самостійне вивчення тем, перелік яких наводиться нижче (44 години).

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання, та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
	<b>Теми:</b>	
1	Вплив аеробних, аноксидних та анаеробних умов на формування гідробіоценозу природної водойми. Використання природних процесів за змінних кисневих умов у водоочищенні. <i>Література: (1); (2).</i>	6
2	Проблеми підвищення концентрацій сполук азоту і фосфору у водних екосистемах та заходи щодо їх усунення. <i>Література: (1); (2).</i>	6
2	Процеси нітри-денітрифікації у природних водоймах та їх використання для очищення стічних вод, роль у них мікроорганізмів. <i>Література: (1); (2).</i>	6
3	Біологічне очищення стічних вод від сполук азоту і фосфору. <i>Література: (1); (2).</i>	6
4	Проблеми річок басейну Дніпра та шляхи їх вирішення. <i>Література: (1); (3).</i>	6
5	Очищення зворотної води рибницьких господарств. <i>Література: (1); (2).</i>	6
7	Проблеми водосховищ та шляхи їх вирішення. <i>Література: (1); (3).</i>	4
8	Вплив підвищеної температури на екосистеми природних водойм та заходи щодо урегулювання наслідків. <i>Література: (1); (2).</i>	4

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання тем (модулів) відбувається за наявності поважних причин.

**Політика та принципи академічної доброчесності** визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків.

**Норми етичної поведінки:** Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

**Політика щодо відвідування:** Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба,



працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** виконання завдання на практичному занятті (40 балів), МКР (20 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 60 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни (додаток 3).

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабуса.

**Семестровий контроль:** іспит. Загальна сума балів на іспиті – 40 балів. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в PCO з дисципліни (додаток 3).

**Умови допуску до семестрового контролю:** зарахування усіх практичних робіт, написання МКР та семестровий рейтинг  $R_c > 40$ .

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доктором техн. наук, професором Саблій Ларисою Андріївною.

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 15 від 29.06.2022р.).

Погоджено методичною комісією факультету (протокол № 9 від 30.06.2022р.).

## Додаток 1

### Питання на іспит

1. Водна екосистема та її місце у біосфері.
2. Угрупування біоти водних екосистем та їх характеристика.
3. Планктон як угрупування гідробіонтів і його роль у водних екосистемах.
4. Структура бентосу та його роль у водних екологічних системах.
5. Роль перифітону у екосистемі природних водойм. Запобіжні заходи щодо зниження негативного впливу гідробіонтів перифітону на водогосподарські споруди.
6. Трофічна структура біоти водних екосистем.
7. Бактерії та віруси, які мешкають у природних водоймах. Загальна характеристика.
8. Фактори, які впливають на розподіл бактеріального населення в озерах і річкових системах та їх характеристика.
9. Характеристика екологічних угрупувань водоростей-гідробіонтів.
10. Роль синьо-зелених водоростей у екосистемах водойм усіх типів. Характеристика найбільш поширених видів.
11. Діатомові водорості як представники біоценозів природних водойм, їх характерні морфологічні ознаки і роль у водних екосистемах.
12. Розповсюдження і роль зелених водоростей у водних екосистемах. Проблеми використання зелених водоростей у системах штучного культивування і перспективи розвитку цих систем.
13. Роль найпростіших у функціонуванні водних екосистем. Характеристика видів найпростіших-гідробіонтів.
14. Коловертки і вищі черви – представники гідробіонтів природних водойм. Їх роль у процесах, що відбуваються у водоймах.

15. Характеристика планктонних і бентосних ракоподібних прісних водойм. Роль їх представників у самоочищенні водойм як організмів-фільтраторів та значення як природної кормової бази риб.
16. Молюски, поширені у прісних водоймах, їх роль у екосистемах. Біообростання гідротехнічних і водозабірних споруд та шляхи боротьби з ними.
17. Екологічні угруповання вищих водяних рослин.
18. Екологічні форми і особливості формування іхтіофауни
19. Гідрологічна характеристика водних екосистем. Водний баланс та водообмін водного об'єкту.
20. Роль течій у формуванні структури гідробіоценозів.
21. Вплив фізико-хімічних властивостей води на життєдіяльність гідробіонтів.
22. Поняття «теплозапас» водойм та його визначення. Вплив температури на функціонування біоценозів водойми.
23. Льодовий режим водойми та його вплив на функціонування гідробіоценозів.
24. Світло та його роль у водних екосистемах.
25. Процеси седиментації, осадоутворення та формування донних ґрунтів у водних екосистемах.
26. Роль гідрофізичних факторів у формуванні якості води та біологічної продуктивності водних екосистем.
27. Сольовий склад природних вод та його формування.
28. Адаптація гідробіонтів до солоності води. Класифікація водяних організмів по відношенню до зміни солоності води.
29. Осмотичні фактори середовища та осморегуляція у гідробіонтів.
30. Іонні компоненти природних вод та їх роль в метаболічних реакціях водяних рослин, безхребетних та риб.
31. Форми мікроелементів у природних водах і їх біологічна роль.
32. Кругообіг кисню в гідросфері. Формування кисневого режиму водойм.
33. Роль кисню в життєдіяльності гідробіонтів і особливості його використання гідробіонтами з води.
34. Хімічні та біологічні перетворення діоксиду вуглецю у водних екосистемах.
35. Фіксація вуглецю гідробіонтами і фотосинтез.
36. Адаптація риб до змін вмісту діоксиду вуглецю у воді.
37. Кругообіг азоту. Процес азотфіксації у водних екосистемах.
38. Амоніфікація, нітрифікація і денітрифікація – мікробіологічні процеси водних екосистем. Умови перебігу та значення в кругообігу азоту у водоймах.
39. Фосфор у водних екосистемах. Кругообіг фосфору між водним середовищем і організмами гідробіонтів.
40. Популяція гідробіонтів. Структура популяції. Взаємини гідробіонтів в популяції.
41. Чисельність та біомаса популяцій гідробіонтів та їх визначення.
42. Поняття «гідробіоценоз». Відмінності між популяцією і гідробіоценозом.
43. Видова структура і видове різноманіття гідробіоценозів. Індекс Шеннона і його значення.
44. Формування структури гідробіоценозів. Вплив гідрофізичних факторів на структуру гідробіоценозів.
45. Взаємини гідробіонтів в екосистемах і їх роль у біологічних процесах водних екосистем.
46. Біологічна продукція та потік енергії у водних екосистемах. Трофічні піраміди водної екосистеми.
47. Органічне забруднення водних екосистем. Кругообіг органічної речовини у водоймах.
48. Сапробність водних об'єктів. Характеристика зон сапробності.
49. Характеристика представників гідробіонтів різних зон сапробності.
50. Самозабруднення і самоочищення водойм. Роль гідробіонтів у самоочищенні води.
51. Евтрофікація водних екосистем, її причини і наслідки. Запобігання евтрофікації водойм.
52. Цвітіння води, причини і наслідки для водних екосистем. Шляхи запобігання та боротьби з цими процесами.
53. Токсичне забруднення водойми та його вплив на гідробіонти. Завдання гідротоксикометрії.
54. Біологічна індикація та моніторинг токсичних забруднень водних екосистем.
55. Біологічна детоксикація у водних екосистемах. Буферність водойми.

56. Нормування рівня токсичного забруднення.
57. Радіонуклідне забруднення водних екосистем. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіоти.
58. Розподіл та міграція радіонуклідів у водних екосистемах.
59. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіоти. Накопичення радіонуклідів у організмах гідробіотів.
60. Якість води з екологічних та водогосподарських позицій. Вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на якість води у природних водоймах.
61. Методи оцінки якості природних вод.
62. Картографування екологічного стану поверхневих вод і його значення.

## *Додаток 2*

### **Завдання на модульну контрольну роботу**

1. Характеристика гідросфери.
2. Екологічна зональність Світового океану і морів.
3. Екологічна зональність річок.
4. Угрупування гідробіотів окремих екологічних зон.
5. Трофічна структура біоти водних екосистем.
6. Загальна характеристика бактерій та вірусів.
7. Екологічні угруповання вищих водяних рослин.
8. Екологічні форми і особливості формування іхтіофауни.
9. Фізико-хімічні властивості води.
10. Вплив гідрофізичних факторів на життєдіяльність гідробіотів.
11. Сольовий склад океанічних та морських вод.
12. Біологічна роль мікроелементів у водних екосистемах.
13. Кругообіг кисню в гідросфері.
14. Анаеробні, аноксидні, аеробні умови у водоймах та їх вплив на гідробіоти.
15. Використання кисню гідробіонтами.
16. Хімічні та біологічні перетворення діоксиду вуглецю у водних екосистемах.
17. Кругообіг азоту. Процес азотфіксації.
18. Процес нітрифікації та перетворення сполук азоту за участю мікроорганізмів-нітрифікаторів.
19. Денітрифікація у водоймах та штучних системах.
20. Сполуки фосфору у воді водойм та їх вплив на життєдіяльність водних організмів.
21. Характеристика водних ресурсів України.
22. Проблеми використання водних ресурсів.
23. Забруднення водних ресурсів в Україні.
24. Структура, чисельність та біомаса популяцій гідробіотів.
25. Характеристика гідробіоценозів.
26. Структура і взаємини гідробіотів в екосистемах.
27. Органічне забруднення водних екосистем.
28. Сапробність водойм. Класифікація за зонами сапробності.
29. Характеристика процесу «цвітіння» води.
30. Забруднення природних водойм токсичними речовинами.
31. Завдання гідротоксикометрії.
32. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіотів.
33. Методи оцінки якості природних вод.
34. Критерії оцінки якості води.
35. Екологія річкового басейну України.
36. Екосистеми Чорного та Азовського морів.
37. Характеристика екосистеми озер України.
38. Екологічні особливості боліт, ставків та каналів.
39. Біопродуктивність водойм.

### Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання завдань на 8 практичних заняттях;
- 2) 1 модульну контрольну роботу.

#### Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок за видами контролю

№ з/П	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
1	Модульна контрольна робота			
	- ваговий бал $r_k$	20	1	20
	- якість виконання*	0-20		
2	Завдання на практичному занятті	5	8	40
	- якість виконання**	0-5		
	Всього			60

\* - Якість виконання контрольної роботи: повна розкрита відповідь - 18 - 20 балів;  
 помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях - 15 - 17 балів;  
 помилка в одному завданні або неповна відповідь на усі завдання - 12 - 14 балів;  
 помилка в двох завданнях - 10 - 11 балів;  
 робота не зарахована - 0 балів.

\*\* - Виконання завдання на практичному занятті:

- повністю виконаний розрахунок - 5 балів;
- не повністю виконане завдання - 2-4 бали;
- робота не зарахована - 0 балів.

#### Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 20 + 40 = 60 \text{ балів}$$

Форма атестації передбачена у вигляді іспиту з сумою балів 40, тому рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R_c = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до семестрової атестації є зарахування всіх практичних робіт, написання МКР та семестровий рейтинг  $R_c > 40$ .

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 < R < 100$	відмінно
$85 < R < 94$	дуже добре
$75 \leq R < 84$	добре
$65 \leq R < 74$	задовільно

$60 < R < 64$	достатньо
$R < 60$	незадовільно

Іспитова робота являє собою відповідь на білет, який містить у собі 4 теоретичні питання. Відповідь на кожне питання оцінюється 0-10 балів.

Критерії оцінювання відповіді на питання:

- повна розгорнута відповідь на питання – 9-10 балів;
- правильна, але неповна відповідь – 8-9 бали;
- відповідь з несуттєвими помилками – 7-8 балів;
- відповідь з грубими помилками - 6 балів;
- неправильна відповідь або відсутність відповіді (робота не зарахована) відсутність відповіді на два запитання – 0 балів.

#### Загальний рейтинг

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 < R < 100$	відмінно
$85 < R < 94$	дуже добре
$75 \leq R < 84$	добре
$65 \leq R < 74$	задовільно
$60 < R < 64$	достатньо
$R < 60$	незадовільно