

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«БІОТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ
ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
ЗА НАПРЯМОМ 6.051401 – «БІОТЕХНОЛОГІЯ»

КРЕМЕНЧУК 2017

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни
«Біотехнологія очищення води» для студентів денної форми навчання за
напрямом 6.051401 – «Біотехнологія»

Укладачі: к. т. н., доц. А. В. Пасенко

к. т. н., старш. викладач О. А. Сакун

Рецензент к. б. н., доц. О. І. Антонова

Кафедра біотехнології та здоров'я людини

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського

Протокол №____ від_____

Голова методичної ради_____ проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Теми та погодинний розклад лекцій і самостійної роботи з навчальної дисципліни.....	7
2 Перелік тем і питань з навчальної дисципліни для самостійного опрацювання.....	9
3 Питання до модульного контролю.....	20
Список літератури.....	28

ВСТУП

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Біотехнологія очищення води» для студентів денної форми навчання за напрямом підготовки 6.051401 – «Біотехнологія» призначені для поліпшення самостійної роботи з навчального курсу.

Самостійна робота студента (СРС) є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових аудиторних занять. Самостійна робота забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення конкретної навчальної дисципліни, а саме:

- 1) підручниками;
- 2) навчальними і методичними посібниками;
- 3) методичними вказівками щодо виконання лабораторних і практичних робіт з навчальної дисципліни;
- 4) іншими навчально-методичними джерелами тощо.

На вивчення навчальної дисципліни «Біотехнологія очищення води» відведено час протягом одного семестру. Вивчення навчальної дисципліни завершується іспитом.

Метою самостійної роботи є опрацювання студентами окремих питань програми навчального курсу за консультативної участі викладача. При цьому розв'язують завдання щодо поглиблення теоретичних знань студентів з використанням сучасних інформаційних технологій.

Під час опрацювання матеріалу студентами можуть бути використані різні форми самостійної роботи:

- вивчення методичних рекомендацій згідно з темою;
- вивчення базової та додаткової літератури;
- самостійний пошук інформації;
- підготовка рефератів та інше.

Перелік першочергових джерел інформації наведено в кінці методичних вказівок.

Самостійно студент має працювати як в аудиторний, так і в позааудиторний час. Самостійну роботу скеровує і контролює викладач, тому в методичних вказівках увагу приділено тільки позааудиторному опрацюванню студентом навчального матеріалу.

Самостійно студент опрацьовує матеріал з навчальної дисципліни «Біотехнологія очищення води» під час роботи в бібліотеці. Пошук необхідної інформації студент проводить також за допомогою мережі Internet у комп'ютерному класі, доопрацьовує й оформлює знайдений матеріал удома, а також у навчальному кабінеті – за графіком.

Під час виконання самостійної роботи студенту надається можливість отримувати консультативну допомогу викладача на кафедрі згідно з його графіком проведення консультацій.

Після вивчення дисципліни студент повинен

знати:

- теоретичні основи біотехнологій очищення води;
- основні принципи, способи та засоби біологічного очищення стічних і природних вод;
- особливості складу та вимоги до субстрату для біодеструкції в технології очищення води;
- складові біоценозу як біоагенту біотехнології очищення води;
- елементи біоінженерії, що застосовують для інтенсифікації біоочищення води й підвищення активності біоагенту;
- складові технологічних схем біотехнологій очищення води;
- споруди, апарати та допоміжне обладнання біотехнологій очищення води;
- основні положення та вимоги нормативно-законодавчої бази під час проектування, експлуатації систем водопостачання і водовідведення,

поліпшення якості природних вод;

– способи біотехнологічної переробки відходів і побічних продуктів галузі водопостачання та водовідведення;

уміти:

– моделювати біотехнологічні процеси очищення води;

– визначати оптимальні умови ведення біотехнологічних процесів у галузі водопостачання та водовідведення, очищення природних вод;

– проводити розрахунок згідно з вихідними даними необхідного ступеня очищення води, основних технологічних параметрів процесу біоочищення води, матеріальний баланс технології;

– розробляти й компонувати технологічну схему біологічного очищення вод;

– визначати склад, властивості та проводити за необхідності попередню обробку субстрату для ефективної біодеструкції забруднень;

– проводити аналіз і прогнозувати роботу споруд біологічного очищення стічних вод за біологічними показниками;

– організовувати технологічний процес біотехнології очищення води відповідно до регламенту і використовувати технічні засоби для вимірювання основних параметрів біоочищення, складу та властивостей очищеної води;

– вивчати й підбирати компонентний склад біоагента біотехнології очищення води, впроваджувати заходи щодо підвищення його біохімічної активності;

– проводити розрахунок основних споруд, апаратів і допоміжного обладнання технології біоочищення води;

– розробляти схеми впровадження біотехнологій очищення води для розв'язування екологічних задач.

**1 ТЕМИ ТА ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛЕКЦІЙ І
САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

№ пор.	Т е м а	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		К-сть год (лекц.)	К-сть год СРС	К-сть год (лекц.)	К-сть год СРС
1	2	3	4	5	6
1	Водні ресурси, їх забруднення	2	8	–	–
2	Вимоги щодо якості води	2	8	–	–
3	Гідробіонти як біоагенти біотехнології очищення води	2	6	–	–
4	Біоплівка біофільтрів	2	6	–	–
5	Активний мул аеротенків	2	2	–	–
6	Анаеробний мул очисних споруд	2	6	–	–
7	Ґрунтовий біоценоз очисних споруд	2	6	–	–
8	Імобілізація біоагенту очисних споруд	2	5	–	–
9	Санітарні умови випуску стічних вод у водойми та каналізаційну мережу	2	6	–	–
10	Самоочищення природних водойм	2	6	–	–
11	Природні гідроспороди очищення води	2	4	–	–
12	Біореактори з нерухомою біоплівкою	2	8	–	–

1	2	3	4	5	6
13	Гомогенні біореактори аеробного очищення води	2	2	–	–
14	Біореактори анаеробного очищення води	2	6	–	–
15	Ґрунтові споруди біоочищення води	2	4	–	–
16	Біохімічні процеси очищення води у біоспорудах	4	6	–	–
17	Мікроорганізми як біофлокулянти у процесах очищення води	2	5	–	–
18	Екологія представників біоценозу очисних споруд	4	6	–	–
19	Технологічні режими біоочищення води у спорудах	2	8	–	–
	Усього	42	108	–	–

2 ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Модуль 1

Змістовий модуль 1 Забруднені води як субстрат біотехнології очищення стічних і природних вод

Тема 1.1 Водні ресурси, їх забруднення

1. Водні ресурси.
2. Водокористування.
3. Стічні води.

Питання для самоперевірки

1. Водні ресурси, їх забруднення.
2. Класифікація водних об'єктів за видами водокористування.
3. Джерела забруднення природних вод.
4. Утворення стічних вод.
5. Склад і властивості природних і стічних вод.
6. Класифікація забруднень природних і стічних вод.
7. Основні показники ступеня забруднення вод.
8. Шкала сапробності водойм.

Література: [13–18, 22, 37].

Тема 1.2 Вимоги щодо якості води

1. Нормативно-законодавча база щодо якості природних вод.
2. Нормативно-законодавча база щодо складу очищених стічних вод.

Питання для самоперевірки

1. Розрахунок необхідного ступеня очищення природних вод згідно з вимогами нормативно-законодавчої бази щодо якості води.
2. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод згідно з вимогами нормативно-законодавчої бази щодо якості води.

3. Склад і властивості очищених стічних вод.

Література: [13–18, 22, 37].

**Змістовий модуль 2 Гідробіонти, ґрунтовий і штучні мікробоценози
очисних споруд як біоагенти біотехнології очищення води**

Тема 2.1 Гідробіонти як біоагенти біотехнології очищення води

1. Гідробіонти в біотехнології очищення води.
2. Очисний потенціал водної рослинності.
3. Фіто- і зоопланктон у біотехнології очищення води.

Питання для самоперевірки

1. Гідробіонти як природні біоагенти технології очищення води.
2. Використання очисного потенціалу водної рослинності в біоочищенні води.
3. Функції водної рослинності у водоймах.
4. Угруповання водної рослинності з високою очисною здатністю, їх застосування.
5. Фіто- і зоопланктон біоспоруд.
6. Роль водних мікро- і макроорганізмів в технології біоочищення води.

Література: [8–18].

Тема 2.2 Біоплівка біофільтрів

1. Склад, функції біоплівки біофільтрів.
2. Умови функціонування біоплівки.

Питання для самоперевірки

1. Біоплівка очисних споруд біоочищення води – біофільтрів.
2. Біоплівка біофільтрів – штучний, закріплений на завантажувальному матеріалі біоценоз, який здійснює очищення води.
3. Склад і функції біоценозу біоплівки крапельних і високонавантажених біофільтрів (аерофільтрів).

4. Умови ефективного функціонування біоплівки.

Література: [8–18].

Тема 2.3 Активний мул аеротенків

1. Склад, функції активного мулу аеротенків.

2. Умови функціонування активного мулу аеротенків.

Питання для самоперевірки

1. Активний мул як біоценоз аеротенків.

2. Мікробіологічна, фізико-хімічна та хімічна характеристика активного мулу.

3. Модифікації активного мулу.

4. Індикаторні організми активного мулу.

5. Умови функціонування активного мулу аеротенків.

6. Порівняння якісного та кількісного складу активного мулу аеротенків і біоплівки біофільтрів.

Література: [8–18].

Тема 2.4 Анаеробний мул очисних споруд

1. Склад, функції анаеробного мулу очисних споруд.

2. Умови функціонування анаеробного мулу очисних споруд.

Питання для самоперевірки

1. Анаеробний мул очисних споруд і природних водойм в умовах анаеробіозу.

2. Біоценоз очисних споруд-метантенків.

3. Мікробіологічна характеристика анаеробного мулу.

4. Кислотоутворювальні та метаноутворювальні бактерії анаеробного мулу, їх функції.

5. Умови ефективного функціонування анаеробного мулу очисних споруд.

Література: [8–18, 33].

Тема 2.5 Ґрунтовий біоценоз очисних споруд

1. Склад, функції ґрунтового біоценозу очисних споруд.
2. Умови функціонування ґрунтового біоценозу очисних споруд.

Питання для самоперевірки

1. Ґрунтовий біоценоз – природна біоплівка, що здійснює очищення стічних води під час експлуатації ґрунтових споруд.
2. Склад та функції ґрунтової біоплівки.
3. Екологічні групи ґрунтового мікробоценозу, їх просторова локалізація в шарах ґрунту.
4. Вплив умов аерації на ефективність біодеструктивної діяльності ґрунтової біоти.
5. Роль ґрунтових мікро- та макроорганізмів у технології біоочищення води.

Література: [8–9, 11–18].

Тема 2.6 Імобілізація біоагента очисних споруд

1. Імобілізація біоагента на очисних спорудах.
2. Реактори з іммобілізованим біоагентом.

Питання для самоперевірки

1. Клітинна іммобілізація. Загальні відомості.
2. Методи клітинної іммобілізації.
3. Застосування іммобілізованих клітин.
4. Типи реакторів з іммобілізованими клітинами.

Література: [1–7].

Змістовий модуль 3 Вимоги до складу та якості очищеної води як продукту біотехнології

Тема 3.1 Санітарні умови випуску стічних вод у водойми та каналізаційну мережу

1. Біологічні технології та охорона водних ресурсів.
2. Умови випуску очищених стічних вод.

Питання для самоперевірки

1. Біотехнологія й охорона водних ресурсів.
2. Санітарні умови випуску очищених стічних вод у водойми.
3. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод під час їх скидання у поверхневі водні об'єкти.
4. Розбавлення стічних вод поверхневими водами.
5. Вимоги до складу стічних вод та умови їх скидання у каналізаційну мережу.

Література: [22–28, 37].

Тема 3.2 Самоочищення природних водойм

1. Гомеостаз природних гідроекосистем.
2. Біологічні процеси відновлення якості води у водоймах.

Питання для самоперевірки

1. Склад, якість і властивості поверхневих і ґрунтових вод.
2. Самоочищення води у водних об'єктах.
3. Біологічні технології відновлення екологічної рівноваги в гідроекосистемах.
4. Нормативно-законодавча база регулювання раціонального використання водних ресурсів.

Література: [8–9, 11–13, 22, 35, 37].

Змістовий модуль 4 Споруди, апарати та допоміжне обладнання біотехнології очищення води

Тема 4.1 Природні гідроспоруди очищення води

1. Гідроспоруди очищення стічних вод.
2. Біоставки.

Питання для самоперевірки

1. Біотехнологічні гідроспоруди.
2. Типи біотехнологічних гідроспоруд з використанням очисного потенціалу водної рослинності.
3. Біоставки.
4. Біоплато.
5. Штучні болота.
6. Фітофільтраційні устрої.
7. Умови проектування і застосування гідроспоруд.
8. Ефективність очищення стічних вод.
9. Переваги та недоліки роботи гідроспоруд.

Література: [19–21, 34–36].

Тема 4.2 Біореактори з нерухомою біоплівкою

1. Біофільтри як споруди очищення стічних вод.
2. Принцип роботи та умови експлуатації біофільтрів.

Питання для самоперевірки

1. Біореактори з нерухомою біоплівкою.
2. Очищення води в біофільтрах.
3. Принцип роботи біофільтра.
4. Типи та конструкційні особливості біофільтрів.
5. Краплинні біофільтри.
6. Високонавантажені біофільтри, їх класифікація.
7. Біофільтри з пластмасовою загрузкою.
8. Режим аерації в біофільтрах різного типу.

9. Застосування, переваги, недоліки роботи біофільтрів.
10. Особливості експлуатації біофільтрів.

Література: [19–21, 34–36].

Тема 4.3 Гомогенні біореактори аеробного очищення води

1. Аеротенки як споруди очищення стічних вод.
2. Принцип роботи та умови експлуатації аеротенків.

Питання для самоперевірки

1. Гомогенні біореактори аеробного очищення води.
2. Аеротенки як індустріальні споруди аеробного біоочищення стічних вод.
3. Застосування, принцип роботи аеротенків.
4. Конструкції аеротенків, їх класифікація.
5. Аеротенки-змішувачі.
6. Аеротенки-витискувачі.
7. Аеротенки-відстійники.
8. Аеротенки-регенератори.
9. Система аерації в аеротенках.
10. Порушення роботи аеротенків.
11. Виявлення та ліквідація аварійних ситуацій під час експлуатації аеротенків.
12. Окситенки – біоспоруди зі штучною аерацією технічним киснем.
13. Загальна характеристика роботи окситенків.

Література: [19–28, 34–36].

Тема 4.4 Біореактори анаеробного очищення води

1. Біоспоруди анаеробного очищення стічних вод.
2. Принцип роботи та умови експлуатації біоспоруд анаеробного очищення стічних вод.

Питання для самоперевірки

1. Біореактори анаеробного очищення води.
2. Типи очисних споруд для анаеробного зброджування.
3. Септики.
4. Двох'ярусні відстійники.
5. Освітлювачі-перегнивачі.
6. Метантенки.
7. Принцип роботи споруд анаеробного очищення води.
8. Конструкції. Застосування споруд анаеробного очищення води.
9. Порушення у роботі споруд анаеробного очищення води.
10. Переваги, недоліки і різниця в функціонуванні споруд анаеробного біоочищення води.

Література: [19–21, 29–33].

Тема 4.5 Ґрунтові споруди біоочищення води

1. Ґрунтові споруди біоочищення води.
2. Принцип роботи та умови експлуатації ґрунтових споруд біоочищення води.

Питання для самоперевірки

1. Поглинальна здатність ґрунту.
2. Типи ґрунтових споруд біоочищення стічних вод.
3. Поля зрошування.
4. Поля фільтрації.
5. Біоспоруди підземної фільтрації.
6. Ефективність, переваги, недоліки ґрунтових методів очищення стічних вод.
7. Застосування ґрунтових споруд біоочищення стічних вод.
8. Умови, яких додержуються під час проектування ґрунтових споруд очищення стічних вод.

Література: [19–21, 34–36].

**Змістовий модуль 5 Процеси та технічні умови біотехнології
очищення води**

Тема 5.1 Біохімічні процеси очищення води у біоспорудах

1. Біохімічні процеси біоочищення води в аеробних умовах.
2. Біохімічні процеси біоочищення води в анаеробних умовах.

Питання для самоперевірки

1. Загальні положення процесу біоочищення води.
2. Технологічні показники біологічного очищення води.
3. Біохімічні процеси у біоспорудах, їх направленість.
4. Закономірності біохімічного окислення органічних речовин в аеробних умовах в очисних спорудах.
5. Закономірності біохімічного окислення органічних речовин в анаеробних умовах в очисних спорудах.
6. Послідовність біохімічних перетворень складних органічних субстратів.
7. Місце протікання біохімічного окислення.
8. Роль ферментів у процесах трансформації органічних речовин.
9. Біохімічна активність мікроорганізмів.
10. Процеси амоніфікації, нітри-, денітрифікації у забруднених водах і під час біоочищення.
11. Фізіологічні властивості кислотоутворювальних і метаноутворювальних бактерій як головних біодеструкторів анаеробного мулу.
12. Стадії кислого та метанового анаеробного зброджування.
13. Закономірності розвитку та росту популяцій мікро-, макроорганізмів як складових біоагенту технології.
14. Ефективність процесів біоочищення води як індикатор біодеградації забруднень води.

15. Інтенсифікація біохімічних процесів у біоспорудах.

Література: [1–12, 13, 15–18, 35, 37].

Тема 5.2 Мікроорганізми як біофлокулянти у процесах очищення води

1. Біофлокулянти.
2. Отримання біофлокулянтів.

Питання для самоперевірки

1. Застосування мікроорганізмів у якості флокулянта у процесах очищення стічних вод.
2. Седиментаційні та адсорбційні властивості мікроорганізмів активного мулу.
3. Флокуляційна взаємодія мікробів і мінеральних часток.
4. Способи обробки суспензії мікроорганізмів.
5. Біосинтез біофлокулянтів.
6. Використання в якості біофлокулянтів екстрактів гідролізу біомаси мікроорганізмів.

Література: [14–16, 34–35].

Тема 5.3 Екологія представників біоценозу очисних споруд

1. Екологія біоценозу очисних споруд.
2. Екологічна рівновага в біоценозах очисних споруд.

Питання для самоперевірки

1. Екологія представників біоценозу очисних споруд.
2. Екологічні групи біоценозу очисних споруд.
3. Трофічні ланцюги в біоценозах очисних споруд.
4. Потік енергії та речовин у трофічних ланцюгах біоценозів різних очисних споруд.

5. Вплив екологічних чинників, умов реалізації біотехнології на функціонування та активність біоценозу очисних споруд.

6. Вміст і роль біогенних елементів забруднених вод у життєдіяльності організмів біоценозу очисних споруд і їх вплив на біохімічну активність біоагенту.

7. Екологічна рівновага в біоценозах очисних споруд.

8. Умови підтримання екологічної рівноваги у спорудах.

Література: [8–12, 22, 37].

Тема 5.4 Технологічні режими біоочищення води у спорудах

1. Технологічні режими біоочищення води у спорудах.

2. Режими аерації в біоспорудах.

Питання для самоперевірки

1. Загальна характеристика технологічних режимів біоочищення води.

2. Періодичний і безперервний режими роботи біореакторів очищення води.

3. Основні технологічні параметри роботи біореакторів періодичної або безперервної дії.

4. Режим аерації під час експлуатації різних споруд.

5. Природна і штучна аерація.

6. Температурний режим біоочищення води у спорудах.

7. Мезофільний і термофільний режими анаеробного зброджування у метантенках.

8. Режими перемішування субстрату в біореакторах для інтенсифікації біодеструкційних процесів.

9. Механічне, барботажне, пневматичне, гідравлічне перемішування.

Література: [1–7, 13–18, 22–28, 34–36].

3 ПИТАННЯ ДО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Модуль 1

Змістовий модуль 1 Забруднені води як субстрат біотехнології очищення стічних і природних вод

1. Водні ресурси.
2. Водокористування.
3. Класифікація водних об'єктів за видами водокористування.
4. Забруднення водних ресурсів.
5. Джерела забруднення природних вод.
6. Стічні води.
7. Утворення стічних вод.
8. Склад і властивості природних і стічних вод.
9. Класифікація забруднень природних і стічних вод.
10. Основні показники ступеня забруднення вод.
11. Шкала сапробності водойм.
12. Нормативно-законодавча база щодо якості природних вод.
13. Нормативно-законодавча база щодо складу очищених стічних вод.
14. Розрахунок необхідного ступеня очищення природних вод згідно з вимогами нормативно-законодавчої бази щодо якості води.
15. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод згідно з вимогами нормативно-законодавчої бази щодо якості води.
16. Склад і властивості очищених стічних вод.

Змістовий модуль 2 Гідробіонти, ґрунтовий і штучні мікробоценози очисних споруд як біоагенти біотехнології очищення води

1. Гідробіонти в біотехнології очищення води.
2. Гідробіонти як природні біоагенти технології очищення води.
3. Очисний потенціал водної рослинності.

4. Використання очисного потенціалу водної рослинності в біоочищенні води.
5. Функції водної рослинності у водоймах.
6. Угрупування водної рослинності з високою очисною здатністю, їх застосування.
7. Фіто- і зоопланктон у біотехнології очищення води.
8. Фіто- і зоопланктон біоспруд.
9. Роль водних мікро- і макроорганізмів у технології біоочищення води.
10. Склад, функції біоплівки біофільтрів.
11. Біоплівка очисних споруд біоочищення води – біофільтрів.
12. Біоплівка біофільтрів – штучний, закріплений на завантажувальному матеріалі біоценоз, який здійснює очищення води.
13. Склад і функції біоценозу біоплівки крапельних і високонавантажених біофільтрів (аерофільтрів).
14. Умови ефективного функціонування біоплівки.
15. Активний мул як біоценоз аеротенків.
16. Склад, функції активного мулу аеротенків.
17. Мікробіологічна, фізико-хімічна та хімічна характеристика активного мулу.
18. Модифікації активного мулу.
19. Індикаторні організми активного мулу.
20. Умови функціонування активного мулу аеротенків.
21. Порівняння якісного та кількісного складу активного мулу аеротенків і біоплівки біофільтрів.
22. Склад, функції анаеробного мулу очисних споруд.
23. Анаеробний мул очисних споруд і природних водойм в умовах анаеробіозу.
24. Біоценоз очисних споруд-метантенків.
25. Мікробіологічна характеристика анаеробного мулу.

26. Кислотоутворювальні та метаноутворювальні бактерії анаеробного мулу, їх функції.
27. Умови ефективного функціонування анаеробного мулу очисних споруд.
28. Ґрунтовий біоценоз – природна біоплівка, що здійснює очищення стічних води під час експлуатації ґрунтових споруд.
29. Склад ґрунтової біоплівки.
30. Функції ґрунтового біоценозу очисних споруд.
31. Екологічні групи ґрунтового мікробіоценозу, їх просторова локалізація в шарах ґрунту.
32. Вплив умов аерації на ефективність біодеструктивної діяльності ґрунтової біоти.
33. Роль ґрунтових мікро- та макроорганізмів у технології біоочищення води.
34. Умови функціонування ґрунтового біоценозу очисних споруд.
35. Імобілізація біоагента на очисних спорудах.
36. Клітинна імобілізація. Загальні відомості.
37. Методи клітинної імобілізації.
38. Застосування імобілізованих клітин.
39. Реактори з імобілізованим біоагентом.
40. Типи реакторів з імобілізованими клітинами.

Змістовий модуль 3 Вимоги до складу та якості очищеної води як продукту біотехнології

1. Біологічні технології та охорона водних ресурсів.
2. Санітарні умови випуску очищених стічних вод у водойми.
3. Умови випуску очищених стічних вод.
4. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод під час їх скидання у поверхневі водні об'єкти.
5. Розбавлення стічних вод поверхневими водами.

6. Вимоги до складу стічних вод та умови їх скидання у каналізаційну мережу.
7. Гомеостаз природних гідроекосистем.
8. Склад, якість та властивості поверхневих і ґрунтових вод.
9. Самоочищення води у водних об'єктах.
10. Біологічні процеси відновлення якості води у водоймах.
11. Біологічні технології відновлення екологічної рівноваги в гідроекосистемах.
12. Нормативно-законодавча база регулювання раціонального використання водних ресурсів.

Змістовий модуль 4 Споруди, апарати та допоміжне обладнання біотехнології очищення води

1. Гідроспоруди очищення стічних вод.
2. Біотехнологічні гідроспоруди.
3. Типи біотехнологічних гідроспоруд з використанням очисного потенціалу водної рослинності.
4. Біоставки.
5. Біоплато.
6. Штучні болота.
7. Фітофільтраційні устрої.
8. Умови проектування і застосування гідроспоруд.
9. Ефективність очищення стічних вод у гідроспорудах.
10. Переваги та недоліки роботи гідроспоруд.
11. Біофільтри як споруди очищення стічних вод.
12. Біореактори з нерухомою біоплівкою.
13. Принцип роботи біофільтра.
14. Очищення води в біофільтрах.
15. Типи та конструкційні особливості біофільтрів.
16. Умови експлуатації біофільтрів.

17. Краплинні біофільтри.
18. Високонавантажені біофільтри, їх класифікація.
19. Біофільтри з пластмасовою загрузкою.
20. Режим аерації в біофільтрах різного типу.
21. Застосування, переваги, недоліки роботи біофільтрів.
22. Особливості експлуатації біофільтрів.
23. Аеротенки як споруди очищення стічних вод.
24. Гомогенні біореактори аеробного очищення води.
25. Аеротенки як індустріальні споруди аеробного біоочищення стічних вод.
26. Застосування, принцип роботи аеротенків.
27. Умови експлуатації аеротенків.
28. Конструкції аеротенків, їх класифікація.
29. Аеротенки-змішувачі.
30. Аеротенки-витискувачі.
31. Аеротенки-відстійники.
32. Аеротенки-регенератори.
33. Система аерації в аеротенках.
34. Порушення роботи аеротенків.
35. Виявлення та ліквідація аварійних ситуацій під час експлуатації аеротенків.
36. Окситенки – біоспоруди зі штучною аерацією технічним киснем.
37. Загальна характеристика роботи окситенків.
38. Біоспоруди анаеробного очищення стічних вод.
39. Біореактори анаеробного очищення води.
40. Принцип роботи біоспоруд анаеробного очищення стічних вод.
41. Умови експлуатації біоспоруд анаеробного очищення стічних вод.
42. Типи очисних споруд для анаеробного зброджування.
43. Септики.

44. Двох'ярусні відстійники.
45. Освітлювачі-перегнивачі.
46. Метантенки.
47. Принцип роботи споруд анаеробного очищення води.
48. Конструкції. Застосування споруд анаеробного очищення води.
49. Порухення у роботі споруд анаеробного очищення води.
50. Переваги, недоліки і різниця в функціонуванні споруд анаеробного біоочищення води.
51. Ґрунтові споруди біоочищення води.
52. Поглинальна здатність ґрунту.
53. Принцип роботи ґрунтових споруд біоочищення води.
54. Умови експлуатації ґрунтових споруд біоочищення води.
55. Типи ґрунтових споруд біоочищення стічних вод.
56. Поля зрошування.
57. Поля фільтрації.
58. Біоспоруди підземної фільтрації.
59. Ефективність, переваги, недоліки ґрунтових методів очищення стічних вод.
60. Застосування ґрунтових споруд біоочищення стічних вод.
61. Умови, яких додержуються під час проектування ґрунтових споруд очищення стічних вод.

Змістовий модуль 5 Процеси та технічні умови біотехнології очищення води

1. Загальні положення процесу біоочищення води.
2. Технологічні показники біологічного очищення води.
3. Біохімічні процеси у біоспородах, їх направленість.
4. Послідовність біохімічних перетворень складних органічних субстратів.
5. Місце протікання біохімічного окислення.

6. Роль ферментів у процесах трансформації органічних речовин.
7. Біохімічна активність мікроорганізмів.
8. Біохімічні процеси біоочищення води в аеробних умовах.
9. Закономірності біохімічного окислення органічних речовин в аеробних умовах в очисних спорудах.
10. Біохімічні процеси біоочищення води в анаеробних умовах.
11. Закономірності біохімічного окислення органічних речовин в анаеробних умовах в очисних спорудах.
12. Процеси амоніфікації, нітри-, денітрифікації у забруднених водах та під час біоочищення.
13. Фізіологічні властивості кислотоутворювальних і метаноутворювальних бактерій як головних біодеструкторів анаеробного мулу.
14. Стадії кислого та метанового анаеробного зброджування.
15. Закономірності розвитку та росту популяцій мікро-, макроорганізмів як складових біоагента технології.
16. Ефективність процесів біоочищення води як індикатор біодеградації забруднень води.
17. Інтенсифікація біохімічних процесів у біоспорудах.
18. Біофлокулянти.
19. Застосування мікроорганізмів у якості флокулянта у процесах очищення стічних вод.
20. Седиментаційні та адсорбційні властивості мікроорганізмів активного мулу.
21. Флокуляційна взаємодія мікробів і мінеральних часток.
22. Отримання біофлокулянтів.
23. Способи обробки суспензії мікроорганізмів.
24. Біосинтез біофлокулянтів.
25. Використання в якості біофлокулянтів екстрактів гідролізу біомаси мікроорганізмів.

26. Екологія біоценозів очисних споруд.
27. Екологія представників біоценозу очисних споруд.
28. Екологічні групи біоценозу очисних споруд.
29. Трофічні ланцюги в біоценозах очисних споруд.
30. Екологічна рівновага в біоценозах очисних споруд.
31. Потік енергії та речовин у трофічних ланцюгах біоценозів різних очисних споруд.
32. Вплив екологічних чинників, умов реалізації біотехнології на функціонування та активність біоценозу очисних споруд.
33. Вміст і роль біогенних елементів забруднених вод у життєдіяльності організмів біоценозу очисних споруд і їх вплив на біохімічну активність біоагента.
34. Екологічна рівновага в біоценозах очисних споруд.
35. Умови підтримання екологічної рівноваги у спорудах.
36. Технологічні режими біоочищення води у спорудах.
37. Загальна характеристика технологічних режимів біоочищення води.
38. Періодичний і безперервний режими роботи біореакторів очищення води.
39. Основні технологічні параметри роботи біореакторів періодичної або безперервної дії.
40. Режими аерації в біоспорудах.
41. Режим аерації під час експлуатації різних споруд.
42. Природна і штучна аерація.
43. Температурний режим біоочищення води у спорудах.
44. Мезофільний і термофільний режими анаеробного зброджування у метантенках.
45. Режими перемішування субстрату в біореакторах для інтенсифікації біодеструкційних процесів.
46. Механічне, барботаже, пневматичне, гідравлічне перемішування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. Екологічна біотехнологія : навч. посібник / [О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков]. – Кн. 1. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 424 с.
2. Екологічна біотехнологія : навч. посібник / [О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков]. – Кн. 2. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 368 с.
3. Экологическая біотехнологія / под ред. К. Ф. Форстера, Д. А. Дж. Вейза ; пер. с англ. – Л. : Химия, 1990. – 384 с.
4. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды / под ред., с предисл. и дополн. В. Г. Дебабова ; пер. с англ. – М. : Мир, 1987. – 422 с.
5. Герасименко В. Г. Биотехнология : учеб. пособие / В. Г. Герасименко. – К. : Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 343 с.
6. Бекер М. Е. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. – М. : Агропромиздат, 1990. – 334 с.
7. Варфоломеев С. Д. Биотехнология : Кинетические основы микробиологических процессов / С. Д. Варфоломеев, С. В. Калюжный. – М. : Высш. шк., 1990. – 296 с.
8. Чурбанова И. Н. Микробиология : [учеб. для вузов по спец. «Рациональное использ. водных ресурсов и обезвреживание пром. стоков»] / И. Н. Чурбанова. – М. : Высш. шк., 1987. – 239 с.
9. Голубовская Э. К. Биологические основы очистки воды / Э. К. Голубовская. – М. : Высш. шк., 1978. – 271 с.
10. Фауна аэротенков (Атлас). – Л. : Наука, 1984. – 264 с.
11. Карюхина Т. А. Химия воды и микробиология : учебник / Т. А. Карюхина, И. Н. Чурбанова. – М. : Стройиздат. 1974. – 224 с.

12. Экологическая химия : пер. с нем. / Ф. Корте, М. Бахадир, В. Клайн, Я. П. Лай и др. ; под ред. Ф. Корте. – М. : Мир, 1997. – 396 с.
13. Кульский Л. А. Технология очистки природных вод / Л. А. Кульский, П. П. Строкач. – К. : Вища школа, 1986. – 352 с.
14. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : підручник / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін, М. Т. Брик та ін. – К. : Лібра, 2000. – 552 с.
15. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод / В. А. Ковальчук. – Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
16. Очистка производственных сточных вод : учеб. пособие для вузов / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов ; под ред. С. В. Яковлева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1985. – 335 с.
17. Ковалева Н. Г. Биохимическая очистка сточных вод предприятий химической промышленности / Н. Г. Ковалева, В. Г. Ковалев. – М. : Химия, 1987. – 160 с.
18. Проскуряков В. А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В. А. Проскуряков, Л. И. Шмидт. – Л. : Химия, 1977. – 464 с.
19. Веселов Ю. С. Водоочистное оборудование / Ю. С. Веселов, И. С. Лавров, Н. И. Рукобратский. – Л. : «Машиностроение», 1985. – 230 с.
20. Гомеля М. Д. Очисні споруди. Основи проектування : навч. посіб. / М. Д. Гомеля, Т. В. Крисенко, І. М. Дейкун. – К. : НТУУ «КПІ», 2007. – 170 с.
21. Гомеля М. Д. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Очисні споруди. Основи проектування» / М. Д. Гомеля, О. В. Глушко, В. С. Камаєв. – К. : ТОВ «Інфодрук», 2012. – 173 с.
22. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – К. : Вища школа, 2005. – 671 с.
23. Старинский В. П. Водозаборные и очистные сооружения коммунальных водопроводов / В. П. Старинский, Л. Г. Михайлик. – Минск : Высшейш. шк., 1989. – 270 с.

24. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
25. Мацнев А. И. Водоотведение на промышленных предприятиях / А. И. Мацнев. – Львов : Вища шк., 1986. – 200 с.
26. Василенко А. А. Водоотведение. Курсовое проектирование / А. А. Василенко. – Киев : Вища школа, 1988 – 255 с.
27. Кедров В.С. Водоснабжение и канализация : учебник для вузов / В. С. Кедров, П. П. Пальгунов, М. А. Сомов. – М. : Стройиздат. 1984. – 288 с.
28. Яковлев С. В. Канализация / С. В. Яковлев, Ю. М. Ласков. – М. : Стройиздат, 1987. – 319 с.
29. Гвоздев В. Д. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков / В. Д. Гвоздев, Б. С. Ксенофонтов. – М. : Химия, 1988, 112 с.
30. Терещук А. И. Исследование и переработка осадков сточных вод / А. И. Терещук. – Львов : Вища шк., Изд-во при Львов. ун-те, 1988. – 148 с.
31. Евилевич А. З. Утилизация осадков сточных вод / А. З. Евилевич, М. А. Евилевич. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 248 с.
32. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод / И. С. Туровский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1988. – 256 с.
33. Никитин Г. А. Метановое брожение в биотехнологии / Г. А. Никитин. – К. : Выща шк., 1990. – 207 с.
34. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торошечников : учебник для вузов ; 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1989. – 512 с.
35. Вронский В. А. Прикладная экология : учебное пособие / В. А. Вронский. – Ростов н/Д. : Изд-во «Феникс», 1996. – 512 с.
36. Мазур И. И. Курс инженерной экологии : учеб. для вузов / И. И. Мазур, О. И. Молдаванов ; под ред. И. И. Мазура. – М. : Высш. шк., 1999. – 447 с.
37. Степановских А. С. Охрана окружающей среды : учебник для вузов / А. С. Степановских. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 559 с.

Додаткова

38. Екологічний словник : навч. посібник / В. В. Преждо, Г. А. Ткач, І. С. Кратенко, Ф. В. Ківва та ін. – Х. : ХДАМГ Міносвіти України, 1999. – 416 с.
39. Екологічний словник : навч. посібник / В. В. Преждо, Г. А. Ткач, І. С. Кратенко, Ф. В. Ківва та ін. – Харків : ХДАМГ Міносвіти України, 1999. – 416 с.
40. Сытник К. М. Словарь-справочник по экологии / К. М. Сытник и др. ; под ред. К. М. Сытника. – Киев. : Наукова думка. 1994. – 665 с.
41. Справочник по очистке природных и сточных вод / Л. Л. Пааль, Я. Я. Кару, Х. А. Мельдер, Б. Н. Репин. – М. : Высш. шк., 1994. – 336 с.
42. Проектирование сооружений для очистки сточных вод : справочное пособие к СНиП. – М. : Стройиздат, 1990. – 190 с.
43. Жуков А. И. Методы очистки производственных сточных вод : справ. пособие / А. И. Жуков, И. Л. Монгайт, И. Д. Родзиллер ; под ред. А. И. Жукова. – М. : Стройиздат, 1977. – 204 с.

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Біотехнологія очищення води» для студентів денної форми навчання за напрямом 6.051401 – «Біотехнологія»

Укладачі: к. т. н., доц. А. В. Пасенко

к. т. н., старш. викладач О. А. Сакун

Відповідальний за випуск : в. о. завідувача кафедри, доц. О. В. Новохатько

Підп. до др._____.Формат 60×84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк._____. Наклад_____прим. Зам. №_____Безкоштовно.

Видавничий відділ
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600