

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Агробіологічний факультет

Кафедра аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології

_____ (Доля М.М.)

« _____ » _____ 2015 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри аналітичної
і біонеорганічної хімії та якості води
Протокол № 9 від «23» квітня 2015р.

Завідувач кафедри

_____ (Копілевич В.А.)

**НАВЧАЛЬНО – МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС
навчальної дисципліни
«БІОКОНВЕРСІЯ ВІДХОДІВ»**

Спеціальність – 6.051401 «Біотехнологія»

Розробник: в.о. доцента, кандидат хімічних наук Галімова В.М.

Київ – 2015 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Агробіологічний факультет

Кафедра аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології

_____ (Доля М.М.)

« _____ » _____ 2015 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри аналітичної
і біонеорганічної хімії та якості води
Протокол від «23» квітня 2015р. № 9

Завідувач кафедри

_____ (Копілевич В.А.)

**НАВЧАЛЬНО – МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС
навчальної дисципліни
«БІОКОНВЕРСІЯ ВІДХОДІВ»**

Спеціальність – 6.051401 «Біотехнологія»

Розробник: в.о. доцента Галімова В.М., в.о.доцента, кандидат хімічних наук

Київ – 2015 р.

**Опис навчальної дисципліни
«Біоконверсія відходів»**

| Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень | | |
|--|---------------------------|-----------------------|
| Галузь знань | 0401 «Природничі науки» | |
| Напрямок підготовки | 6.051401 «Біотехнологія» | |
| Спеціальність | 66.051401 «Біотехнологія» | |
| Освітньо-кваліфікаційний рівень | Бакалавр | |
| Характеристика навчальної дисципліни | | |
| Вид | Вибіркова | |
| Загальна кількість годин | 85 год | |
| Кількість кредитів ECTS | 2,4 | |
| Кількість змістових модулів | 2 | |
| Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані) | немає | |
| Форма контролю | іспит | |
| Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання | | |
| | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Рік підготовки | 4 | 4 |
| Семестр | 8 | 9 |
| Лекційні заняття | 39 год. | 6 год. |
| Практичні, семінарські заняття | _____ год. | _____ год. |
| Лабораторні заняття | 26 год. | 6 год. |
| Самостійна робота | 20 год. | _____ год. |
| Індивідуальні завдання | _____ год. | _____ год. |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних | 5 год. | |
| самостійної роботи студента – | 1.5 год. | |

2 Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу «Біоконверсія відходів» є навчання студентів.

Основною метою вивчення теоретичної частини курсу сільськогосподарської екобіотехнології є оволодіння знаннями про основи понять біогеохімічних циклів, складові частини біосфери; фізико-хімічні та біологічні процеси, що протікають при використанні біотехнологій по знешкодженню відходів.

Семінарські заняття мають **метою** ознайомити студентів з практичними питаннями застосування сучасних, існуючих у передовій практиці, технологій, спрямованих на вирішення проблем знешкодження, утилізації та переробки відходів аграрного виробництва.

Основні завдання курсу хімії навколишнього середовища:

- вивчення основ дисципліни як інтегральної складової фундаментальної та спеціальної підготовки спеціалістів у галузі екології і біотехнології;
- створення наукової бази для поглиблення спеціальних знань у галузі

екобіотехнології, розширення погляду на проблеми охорони довкілля на основі шань про особливості біохімічних перетворень біомаси мікроорганізмами у природі;

- ознайомлення із сучасними досягненнями і перспективами застосування екобіотехнологій у знешкодження, утилізації та переробці відходів аграрного виробництва.

- В результаті вивчення курсу хімії навколишнього середовища студент, що навчається за програмою підготовки бакалавра у галузі агрохімії і ґрунтознавства, повинен

знати:

- Основні закономірності використання біотехнологій для вирішення екологічних проблем поводження з відходами та їх знешкодження;
- Принципи класифікації відходів та їх характеристики;
- Технологічні особливості екобіотехнологій при вирішенні проблем екології в сфері аграрного виробництва;
- Фізико-хімічні та біологічні процеси, що протікають при використанні певних технологій по знешкодженню або обробці відходів;
- Шляхи реалізації та запровадження екобіотехнологій знешкодження сільськогосподарських відходів;
- Яку з наявних біотехнологій можна застосувати для вирішення конкретної екологічної проблеми;
- Види, типи і властивості біологічних компонентів, що використовуються в екобіотехнологіях та механізм їх дії у певному процесі;
- Механізми протікання основних біологічних, хімічних та механічних процесів при застосуванні конкретної екобіотехнології знешкодження чи переробки відходів;
- Особливості тієї чи іншої екологічної біотехнології у процесах переробки відходів.

вміти:

- відбирати і аналізувати необхідну інформацію для вирішення проблеми переробки чи знешкодження відходів;
- формулювати задачі щодо вирішення конкретної проблеми з переробки чи знешкодження відходів, та розробляти шляхи їх вирішення на основі існуючих екобіотехнологій;
- практично вирішувати певну екологічну проблему з застосуванням екобіотехнологій;
- аналізувати процес усунення екологічної проблеми на основі екобіотехнологій - проводити аналіз відходів та підбір відповідного комплексу мікроорганізмів-деструкторів;
- підбирати доцільнішу екобіотехнологію (чи біотехнологію) для вирішення проблеми переробки чи знешкодження відходів;
- характеризувати механізм дії запропонованої екобіотехнології та давати порівняльну характеристику по відношенню до інших існуючих технологій;

правильно пояснювати явища, при застосуванні екобіотехнологій переробки чи знешкодження відходів, формулювати можливі проблеми та спланувати комплекс необхідних дій

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Екологічна біотехнологія

Тема 1. Вступ. Сучасні проблеми екології і безпеки життєдіяльності.

Короткий зміст лекції.

Завдання і зміст курсу. Основні відмінності екобіотехнологічних методів від біотехнологічних. Особливості розвитку, перенесення речовини і енергії, динаміки зростання і чисельності популяцій, адаптації до несприятливих умов мікробних ценозів в природному середовищі.

Тема 2. Основні чинники забруднення навколишнього середовища і їх джерела.

Короткий зміст лекції

Основні чинники забруднення навколишнього середовища і їх джерела. Ксенобіотики, основні джерела їх надходження в природну середу. Біологічні агенти як чинники забруднення природної середу. Здатність природних екосистем до самоочищення.

Тема 3. Біоіндикація і біотестування в вирішенні екологічних проблем.

Короткий зміст лекції.

Методи оцінки якості навколишнього середовища і їх порівняльна характеристика. Біоіндикація і біотестування. Форми біоіндикації. Рівні біоіндикації. Завдання біоіндикації і біотестування. Сфера застосування біоіндикації. Біоіндикація водного середовища і ґрунту. Види біоіндикаторів і гест-об'єктів.

Тема 4. Сучасні технології методів очистки забруднених природних середовищ. Біоремедіація.

Короткий зміст лекції.

Класифікація методів біологічного очищення. Основні сучасні підходи до методів і технологій біологічного очищення ґрунтів і інженерні рішення. Біоремедіація "іп зіШ". Біоремедіація "ех зіШ". Особливості очищення донних мулів і опадів. Біоремедіація з застосуванням піноутворюючих речовин. Електролізна біоремедіація. Біопестициди. Біоконтролюючі засоби. Феромони членистоногих, грибів і ссавців.

Тема 5. Екобіотехнології у видаленні радіонуклідів і важких металів. Біосорбція.

Короткий зміст лекції.

Біологічне видалення важких металів і радіонуклідів. Фіторемедіація. Вибір методу біоремедіації з урахуванням економічних критеріїв. Комерційні біопрепарати для очищення ґрунтів.

Змістовий модуль 2. Переробка відходів

Тема 6. Основні принципи біотехнологій переробки твердих і рідких відходів

Короткий зміст лекції.

Класифікація відходів. Комплексне управління відходами. Способи зберігання і переробки твердих побутових відходів. Попереднє сортування. Санітарна земляна засипка. Енергетична біоконверсія відходів. Біоконверсія відходів у органічні речовини народногосподарського застосування.

Тема 7. Види біомаси. Біоконверсія сільськогосподарських відходів

Короткий зміст лекції.

Джерела біомаси Енергоконверсія біомаси. Біопаливні культури. Основні принципи анаеробної ферментації з утворенням метану - біометаногенез. Біосинтетичний етанол. Використання палива з біомаси Стадії ферментації Біоконверсія лігноцелюлозних відходів. Біодеградація органічних сполук.

Тема 8. Біодинамічна технологія переробки сільськогосподарських відходів. Біокомпостування.

Короткий зміст лекції.

Характеристика рослинних і тваринних відходів. Переробка біомаси відходів мікрорганізмами. Компостування. Вермикомпостування. Біотермічна гвердофазна ферментація гною з різноманітними органічними відходами Приготування органічних компостів в ферментаційних камерах. Технології з застосуванням мікробіологічних препаратів для переробки гною великої рогатої худоби і свиней. Переробка курячого посліду в добриво. Технологія утилізації органічних відходів свинарства і птахівництва за допомогою личинок домашньої мухи.

Тема 9. Видалення азоту із стічних вод. Переробка і утилізація активного мулу очисних споруд.

Короткий зміст лекції.

Загальна характеристика стічних вод; вимоги до їх очищення. Загальні показники забрудненості стічних вод. Загальні принципи очищення стічних вод і організації очисних споруд. Аеробні і анаеробні системи очищення. Етапи розпаду органічних речовин. Методи і основні показники біологічного очищення стічних вод. Характеристика біоценозів очисних споруд. Рибоводно-біологічні ставки.

Тема 10. Біодеградація побутових і сільськогосподарських відходів.

Короткий зміст лекції.

Характеристика біодеградуємих відходів. Стадії активної експлуатації полігонів. Фази біодеструкції твердих побутових відходів. Визначальні параметри біоконверсії відходів. Склад біогазу. Гідролітичні, гетероацетогенні і метаногенні бактерії. Субстрати метаногенних бактерій. Фактори, що лімітують ріст метаногенних бактерій.

Тема 11. Характеристика мікробіологічних і біохімічних процесів біодеградації вуглеводів, білків і ліпідів.

Короткий зміст лекції.

Стадії розщеплення високомолекулярних сполук. Декарбоксилування білків. Окисне гідролітичне, відновне й елімінуюче дезамінування білків (амоніфікація). Зброджування амінокислот. Фосфороліз, гідроліз і трансклікозування глюкозів. Біодеградація вуглеводів в анаеробних умовах (зброджування). Види зброджування вуглеводів. Альтернативні шляхи зброджування вуглеводів.

Тема 12. Характеристика мікробіологічних і біохімічних процесів біодеградації лігніну.

Короткий зміст лекції.

Мономерні блоки в молекулі лігніну. Збудники, що руйнують лігнін. Синтрофні асоціації і консорціуми мікроорганізмів. Підготовка до розщеплення ароматичного кільця. Конвергентні шляхи розпаду. Розрив ароматичного кільця: орто- і мета-розщеплення. Руйнування ароматичних субстратів в анаеробних умовах.

Тема 13. Характеристика мікробіологічних і біохімічних процесів біодеградації ксенобіотиків.

Короткий зміст лекції.

Біоаккумуляція ксенобіотиків. Біологічна трансформація ксенобіотиків: мінералізація, накопичення і полімеризація. Аеробний і анаеробний метаболізм ароматичних сполук. Чинники, що визначають швидкість і глибину трансформації ксенобіотика. Мікробні співтовариства. Соокислення и кометаболізм. Типи взаємодії мікробних співтовариств: кооперація, коменсалізм, взаємодопомога і антагонізм. Природні катаболічні плазмідні. Мультиплазмідні бактерії. Конструювання катаболічних шляхів.

| | | | | | | | | | | | | |
|--|----|----|---|----|--|----|----|---|---|---|--|---|
| Тема 5. Біодеградація побутових і сільськогосподарських відходів | 4 | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| Тема 6. Характеристика мікробіологічних і біохімічних процесів біодеградації вуглеводів, білків і ліпідів. | 5 | 3 | | 2 | | 4 | | | | | | |
| Тема 7. Характеристика мікробіологічних і біохімічних процесів біодеградації лігніну | 9 | 3 | | 2 | | | | | | | | |
| Тема 8. Характеристика мікробіологічних і біохімічних процесів біодеградації ксенобіотиків | 5 | 3 | | 2 | | | | | | | | |
| Разом за змістовим модулем 2 | 52 | 25 | | 16 | | | 11 | | | | | |
| Усього годин | 85 | 39 | | 26 | | 20 | | | | | | |
| Курсовий проект (робота)з | | - | - | - | | - | | - | - | - | | - |
| (якщо є в робочому навчальному плані) | | | | | | | | | | | | |
| Усього годин | 85 | 39 | | 26 | | 20 | | | | | | |

5. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1 | | |
| 2 | | |

6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|------------|-----------------|
| 1 | | |
| 2 | | |

7. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Раціональне використання природних ресурсів. Нормативні документи (ГДК, ДСТУ СОУ на вміст токсикантів у ґрунтах, добривах, осадах стічних вод). Аналітичні прилади для контролю якості осадів стічних вод, добрив, які отримано біоконверсією. | 2 |
| 2 | Визначення інтегральних хімічних показників складу стічних вод, органічних добрив, які отримано компостуванням | 4 |
| 3 | Пробне коагулювання. Визначення залишкового алюмінію питання у стічних водах. Застосування біосорбентів. | 4 |
| 4 | Визначення вмісту заліза (загального) та фосфору у добривах (після біоконверсії, компостування) | 2 |
| 5 | Визначення зольності. Визначення гранулометричного складу. Визначення вмісту органічної речовини у добривах, які отримано із ОСВ. | 2 |
| 6 | Визначення вмісту свинцю, міді, цинку, кадмію, ртуті, миш'яку методом інверсійної хронопотенціометрії на аналізаторі солей важких металів М-ХА1000-5 у воді стічній очищеній. | 10 |

| | | |
|---|--|----|
| 7 | Вивчення електрохімічних процесів контролю токсикантів у добривах. Проведення пробо підготовки, приготування робочих розчинів, аналітичний контроль токсикантів. | 2 |
| | Разом | 26 |

8. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Антропогенні чинники забруднення навколишнього середовища і їх дія на екосистеми. | 2 |
| 2 | Основні особливості функціонування біоценозів в природному середовищі. | 2 |
| | Перенесення і абіотична трансформація забруднень в навколишньому середовищі. | 2 |
| 4 | | 2 |
| 5 | Біоочищення повітряних викидів. Класифікація методів біодезодорації, апаратурні і технологічні рішення. | 2 |
| 6 | Системи і конструкції споруд анаеробного біологічного очищення. | 2 |
| 7 | Системи і конструкції споруд аеробного біологічного очищення. | 2 |
| 8 | Біодеструкція синтетичних полімерних матеріалів. | 2 |
| 9 | Біологічне очищення природних водоймищ. Біоставки і гідроботанічні майданчики. | 1 |
| 10 | Характеристика біоценозів очисних споруд. | 1 |
| 11 | Класифікація методів компостування. Апаратурні і технологічні рішення. | 1 |
| 12 | Вибір методу біоремедіації з урахуванням економічних критеріїв. | 1 |
| | Разом | 20 |

9. Індивідуальні завдання

Розглянуті теми:

- 1) Аналіз перспектив переробки осадів стічних вод в енергетичних цілях
- 2) Біоконверсія осадів виробництва паперової промисловості
- 3) Біосульфідна обробка осадів міських стічних вод для видалення важких металів.
- 4) Написання рефератів

10. Методи навчання

Метод навчання - взаємопов'язана діяльність викладача та студентів, спрямована на засвоєння студентами системи знань, набуття умінь і навичок, їх виховання і загальний розвиток

Виділяють три групи методів навчання: словесні, наочні, практичні (рис).

Словесні методи навчання:

- лекція - це метод навчання, який передбачає розкриття у словесній формі сутності явищ, наукових понять, процесів, які знаходяться між собою в логічному зв'язку, об'єднані загальною темою. Лекція використовується, як правило, в старших класах і вищих навчальних закладах. Окрім навчальних (академічних) лекцій є публічні. До кожного з видів названих лекцій висувуються певні вимоги щодо їх підготовки і проведення.

Чільне місце в групі словесних методів посідає метод роботи з книгою. Належність його до цієї групи дещо умовна. Студенти мають усвідомлювати, що основним джерелом отримання наукової інформації є книга. Тому так важливо навчити студентів методам і прийомам самостійної роботи з нею: читання, переказ, виписування, складання плану, таблиць, схем та ін.

Наочні методи передбачають, передусім, використання демонстрації та ілюстрації.

- демонстрація - це метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їхньому натуральному вигляді, в динаміці.

- ілюстрація - метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їх символічному зображенні (фотографії, малюнки, схеми, графіки та ін.).

Практичні методи навчання спрямовані на досягнення завершального етапу процесу пізнання. Вони сприяють формуванню умінь і навичок, логічному завершенню ланки пізнавального процесу стосовно конкретного розділу, теми.

лабораторна робота передбачає організацію навчальної роботи з використанням спеціального обладнання та за визначеною технологією для

отримання нових знань або перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень.

11. Форми контролю Залік.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточний контроль | | | | Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$ | Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ | Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ | Підсумкова атестація (екзамен чи залік) | Загальна кількість балів |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|---|-------------------------------|---|--------------------------|
| Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | Змістовий модуль 3 | Змістовий модуль 4 | | | | | |
| 0-100 | 0-100 | 0-100 | 0-100 | 0-70 | 0-20 | 0-5 | 0-30 | 0-100 |

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^{(1)} \cdot K_{ЗМ}^{(1)} + \dots + R_{ЗМ}^{(n)} \cdot K_{ЗМ}^{(n)})}{K_{ДИС}} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де $R_{ЗМ}^{(1)}, \dots, R_{ЗМ}^{(n)}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$K_{ЗМ}^{(1)}, \dots, K_{ЗМ}^{(n)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{ДИС} = K_{ЗМ}^{(1)} + \dots + K_{ЗМ}^{(n)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{ДР}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K_{ЗМ}^{(1)} = \dots = K_{ЗМ}^{(n)}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R_{ЗМ}^{(1)} + \dots + R_{ЗМ}^{(n)})}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}.$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до $R_{НР}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{НР}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням *підготовка і захист курсового проекту (роботи)* оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою | |
|--|-------------|--|---|
| | | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| 90 – 100 | A | відмінно | зараховано |
| 82-89 | B | добре | |
| 74-81 | C | | |
| 64-73 | D | задовільно | |
| 60-63 | E | | |
| 35-59 | FX | незадовільно з можливістю повторного складання | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 0-34 | F | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

13. Методичне забезпечення

1. Визначення важких металів в об'єктах навколишнього середовища та в сільськогосподарській продукції за допомогою автоматичного приладу М-ХА1000-5: [рекомендації для лабораторій Міністерства екології та природних ресурсів, санепідемстанцій МОЗ, агрохімічних лабораторій, станцій хімізації сільського господарства, лабораторій санветекспертизи, інших організацій екологічного контролю важких металів] / О.І. Карнаухов, В.А. Копілевич, В.М. Галімова, Л. В. Войтенко. – К.: НАУ, 2003. – 31с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Закон України “Про відходи”, - Київ, 5.03.1998р., №187/98-ВР.-31с.
2. Евилевич А.З., Евилевич М.А. Утилизация осадков сточных вод. – Л.: Стройиздат, 1988. - 248 с.
3. Балацкий О.В. Природоохранная и ресурсосберегающая деятельность на промышленных предприятиях. - М., 1990.-179 с.
4. Жарков Ю.Г. Круговорот как форма природного равновесия // Изв. АН СССР. Сер. География. – 1985. - С.112-119.
5. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения М: Бином, 2007.- 312 с.
6. Попов П.Д. Основные направления исследований по применению органических удобрений // Земледелие. – 1983. - № 1. – С. 45-47.
7. Забулене Ю., Лукошонене Э., Швильнене В. Применение осадка городских сточных вод в качестве удобрения // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. - №12. – С. 15-19.
8. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене/ Под ред. Е.И. Гончарука. 3-е изд-е. – М.: Медицина, 1990.-416 с.
9. Туровский И. С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание.- М.: ДеЛи принт, 2008- 376 с.
10. Хільчевський В.К., Савицький В.М., Чеботько К.О. та ін. Використання осадів стічних вод у сільському господарстві. - К.: ВПЦ “Київський університет”, 1997.-103 с
11. М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван Очистка сточных вод.- М: Мир, 2006.- 480 с.

Допоміжна

1. Канченко Ю.Я., Савицкий В.М., Чеботько К.О. та ін. Спосіб отримання органо-мінерального добрива. – Патент України на винахід №20808 А, 1997. - 10 с
2. Научные основы повышения эффективности применения удобрений в Украинской и Молдавской ССР / Под ред. З.Г. Минеева.-Кишинев: Штиинца, 1983. - 219 с.
3. Ройченко И.И., Глищук Н.М. Гумусовый состав и динамика органического вещества пахотных почв Правобережной Лесостепи УССР // Почвоведение.-1981.-№3. - С. 21-34.
4. Панов И.Н. Актуальные проблемы повышения плодородия почв// Плодородие почв и пути его повышения. - М., 1983. - С. 3-9.
5. Справочник агрохимика /Составитель Д.А. Кореньков. – М.: Россельхозиздат, 1980.-286 с.
6. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене/ Под ред. Е.И. Гончарука. 3-е изд-е. – М.: Медицина, 1990.-416 с.
7. Удобрения органоминеральные «Радуга». Технические условия. ТУ.У 010350269-97. Киев: Ин-т «Укрводпроект», 1997. – 25 с. Регистр. №089/001908 Запорожского ГЦСМС от 10.09.1997.
8. Аграноник Р.Я., Букреева Т.Е. Создать и освоить в опытно-промышленных условиях технологию производства органических удобрений на основе смеси обезвоженных осадков сточных вод с наполнителями.- Отчет НИИКВОВ АКХ им. Памфилова, № инв. 02880030277.- М.: 1997.-115с
9. МВВ 081/36-0790-11. Методика виконання вимірювання масової концентрації свинцю, міді, цинку та кадмію у воді методом інверсійної хронопотенціометрії : погоджено постановою Державної СЕС України № 6 від 6 березня 2013 р. / НУБіП України ; розробники: В.А. Копілевич, **І.В. Суворцев**, В.М. Галімова, К.Г. Козак ; введ. 27.12.2011. – К.: НУБіП, 2011. – 21 с.
10. МВВ 081/36-0833-12. Методика виконання вимірювання масової концентрації рухомих форм важких металів та токсичних елементів (Pb, Cu, Zn, Cd, Hg, As, Ni, Co) у ґрунтах методом інверсійної хронопотенціометрії / НУБіП України ; розробники: В.А. Копілевич, **І.В. Суворцев**, В.М. Галімова, К.Г. Козак ; введ. 26.12.2012. – К.: НУБіП, 2012. – 26 с.

Рекомендована література для самостійної роботи під керівництвом викладача

1. Шевчук В.Я., Чеботько К.О., Разгуляев В.М. Біотехнологія одержання органоминеральних добрив із вторинної сировини.- Київ, 2001.- 204 с.
2. Хільчевський В.К., Савицький В.М., Чеботько К.О. та ін. Використання

осадів стічних вод у сільському господарстві. - К.: ВПЦ “Київський університет”, 1997.-103 с.

3. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене/ Под ред. Е.И. Гончарука. – М.: Медицина, 1990.-416 с.
4. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения.- М: Бином, 2007.- 312 с.

15. Інформаційні ресурси

1. [http://www.kdu.edu.ua/statti/2012-2-1\(73\)/174.pdf](http://www.kdu.edu.ua/statti/2012-2-1(73)/174.pdf)
2. <http://chemengine.kpi.ua/wp-content/uploads/2012/07/174.pdf>
3. <http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/5807/1/Pliatsuk.pdf>
4. <http://manualem.com/book/561-vodovidvedennya-ochistka-miskix-stichnix-vod/16-25-texnologiya-obrobki-osadu.html>
5. <http://waste.ua/cooperation/2011/theses/voronych.html>
6. http://www.nbu.gov.ua/portal/Chem_biol/sgmb/2009_9/2009/SM09_06.pdf