

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Закарпатський лісотехнічний фаховий коледж
Національного лісотехнічного університету України»
Циклова комісія екологічних дисциплін



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Закарпатського
лісотехнічного фахового коледжу
Михайло ЛІПЧЕЙ

« 31 » 08 2023 р.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізико-хімічний аналіз

Галузь знань

10 " Природничі науки "

Спеціальність

101 Екологія

Освітньо-професійна програма

*Екологія та охорона
навколишнього середовища*

Освітньо-професійний ступінь

фаховий молодший бакалавр

м. Хуст
2023 р.

Програма вибіркової навчальної дисципліни «Фізико-хімічний аналіз» складена для студентів освітньо-професійного ступеня *фаховий молодший бакалавр*, спеціальності 101«Екологія» освітньо-професійної програми *Екологія та охорона навколишнього середовища*

Розробник програми :

Галай О.А. , викладач вищої категорії

Навчальну програму розглянуто і затверджено на засіданні циклової комісії екологічних дисциплін

Протокол від « 29 » 08 2023 р. № 1

Голова циклової комісії  Світлана Солдатенко

Схвалено методичною радою Закарпатського лісотехнічного фахового коледжу

Протокол від « 30 » 08 2023 р. № 1

Голова методради  Юрій МОРОЗ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни Фізико-хімічний аналіз складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки молодшого спеціаліста, спеціальності 101Екологія, освітня програма Екологія та охорона навколишнього середовища.

Предметом вивчення навчальної дисципліни Фізико-хімічний аналіз є група методів, що ґрунтуються на залежності фізичних властивостей речовин від їх природи, хімічного складу.

Міждисциплінарні зв'язки: Математика, Фізика, Хімія, Біологія, Загальна та аналітична хімія.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою вивчення навчальної дисципліни Фізико-хімічний аналіз є формування теоретичних основ фізичних і фізико-хімічних методів аналізу речовин та їх сумішей, вмінь і навичок використовувати одержані знання на практиці.

1.2. Основними завданнями навчальної дисципліни Фізико-хімічний аналіз є:

- засвоєння системи знань про фізичні і фізико-хімічні методи аналізу речовин і сумішей;
- уміння здійснювати пошук, опрацьовувати та систематизувати наукову інформацію, оцінювати її достовірність;
- уміння самостійно й умотивовано організувати власну пізнавальну діяльність, виконувати лабораторні експерименти, проводити розрахунки за даними фізико-хімічного аналізу речовин та сумішей; орієнтуватися і приймати рішення у проблемних наукових та практичних ситуаціях;
- розвиток інтелектуальних і творчих здібностей студентів у процесі вивчення дисципліни;
- формування розуміння впливу хімічної науки на технічний прогрес людства;
- використання набутих знань та вмінь у практичному житті.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні отримати наступні компетентності та програмні результати навчання:

ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК05. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК06. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК08. Прагнення до охорони та збереження навколишнього середовища.

СК01. Здатність використовувати базові знання з фахових дисциплін у

професійній діяльності.

СК02. Здатність обґрунтовувати власну точку зору та висновки, використовуючи основні теорії та концепції наук про навколишнє середовище.

СК04. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.

СК05. Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

РН 2. Здійснювати пошук, відбирати інформацію з різних джерел у сфері професійної діяльності.

РН 4. Використовувати положення, принципи, методи та поняття фундаментальних і прикладних наук у навчанні та професійній діяльності.

РН 5. Використовувати лабораторне устаткування і обладнання.

РН 6. Проводити польові та лабораторні дослідження, забір та оцінювання досліджуваних матеріалів і зразків, проведення аналізів, їх узагальнення та складання звітів.

РН 7. Використовувати технологічні стандарти, нормативні документи, довідкові матеріали та технічні засоби для практичного виконання робіт і проведення обробки даних.

РН 9. Аналізувати склад, будову, розвиток екосистем у різних просторовочасових масштабах.

РН12. Застосовувати знання з біогеохімії, нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище та техноекології для виконання спостережень за станом довкілля, проведення польових і лабораторних досліджень, визначення та реалізації методів очистки викидів у повітряний басейн та скидів зворотних вод у водні об'єкти.

Внаслідок вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати:

- природу і властивості світла;
- атомні і молекулярні спектри та їх властивості;
- основні методи фізико-хімічного аналізу, їх призначення і застосування;
- біологічні методи аналізу (біоіндикацію);

вміти:

- визначати елементи та їх сполуки різними фізико-хімічними методами;
- будувати градувальні і калібрувальні графіки та за їх допомогою розраховувати концентрацію іонів у пробах води та ґрунту;
- визначати рН розчинів за допомогою рН-метрів;
- визначати зміст і мету звітних матеріалів біологічного методу аналізу;
- давати заключну характеристику загальної токсичності об'єкту та його доцільне подальше хімічне дослідження.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **90 год.** 3,0 кредити.

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни Фізико-хімічний аналіз складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки молодшого спеціаліста, спеціальності 101Екологія, освітня програма Екологія та охорона навколишнього середовища.

Предметом вивчення навчальної дисципліни Фізико-хімічний аналіз є група методів, що ґрунтуються на залежності фізичних властивостей речовин від їх природи, хімічного складу.

Міждисциплінарні зв'язки: Математика, Фізика, Хімія, Біологія, Загальна та аналітична хімія.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою вивчення навчальної дисципліни Фізико-хімічний аналіз є формування теоретичних основ фізичних і фізико-хімічних методів аналізу речовин та їх сумішей, вмінь і навичок використовувати одержані знання на практиці.

1.2. Основними завданнями навчальної дисципліни Фізико-хімічний аналіз є:

- засвоєння системи знань про фізичні і фізико-хімічні методи аналізу речовин і сумішей;
- уміння здійснювати пошук, опрацьовувати та систематизувати наукову інформацію, оцінювати її достовірність;
- уміння самостійно й умотивовано організувати власну пізнавальну діяльність, виконувати лабораторні експерименти, проводити розрахунки за даними фізико-хімічного аналізу речовин та сумішей; орієнтуватися і приймати рішення у проблемних наукових та практичних ситуаціях;
- розвиток інтелектуальних і творчих здібностей студентів у процесі вивчення дисципліни;
- формування розуміння впливу хімічної науки на технічний прогрес людства;
- використання набутих знань та вмінь у практичному житті.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні отримати наступні компетентності та програмні результати навчання:

ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК05. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК06. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК08. Прагнення до охорони та збереження навколишнього середовища.

СК01. Здатність використовувати базові знання з фахових дисциплін у

професійній діяльності.

СК02. Здатність обґрунтовувати власну точку зору та висновки, використовуючи основні теорії та концепції наук про навколишнє середовище.

СК04. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.

СК05. Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

РН 2. Здійснювати пошук, відбирати інформацію з різних джерел у сфері професійної діяльності.

РН 4. Використовувати положення, принципи, методи та поняття фундаментальних і прикладних наук у навчанні та професійній діяльності.

РН 5. Використовувати лабораторне устаткування і обладнання.

РН 6. Проводити польові та лабораторні дослідження, забір та оцінювання досліджуваних матеріалів і зразків, проведення аналізів, їх узагальнення та складання звітів.

РН 7. Використовувати технологічні стандарти, нормативні документи, довідкові матеріали та технічні засоби для практичного виконання робіт і проведення обробки даних.

РН 9. Аналізувати склад, будову, розвиток екосистем у різних просторовочасових масштабах.

РН12. Застосовувати знання з біогеохімії, нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище та техноекології для виконання спостережень за станом довкілля, проведення польових і лабораторних досліджень, визначення та реалізації методів очистки викидів у повітряний басейн та скидів зворотних вод у водні об'єкти.

Внаслідок вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати:

- природу і властивості світла;
- атомні і молекулярні спектри та їх властивості;
- основні методи фізико-хімічного аналізу, їх призначення і застосування;
- біологічні методи аналізу (біоіндикацію);

вміти:

- визначати елементи та їх сполуки різними фізико-хімічними методами;
- будувати градувальні і калібрувальні графіки та за їх допомогою розраховувати концентрацію іонів у пробах води та ґрунту;
- визначати рН розчинів за допомогою рН-метрів;
- визначати зміст і мету звітних матеріалів біологічного методу аналізу;
- давати заключну характеристику загальної токсичності об'єкту та його доцільне подальше хімічне дослідження.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **90 год.** 3,0 кредити.

2. Структура навчальної дисципліни

Назва розділу (модуля), теми	Кількість годин				
	Денна форма				
	всього	у тому числі:			
		лекції	лабораторні	практичні	с.р.с.
1	2	3	4	5	6

Модуль 1.

Розділ 1. Оптичні методи дослідження стану н.с.	4	4			
Тема 1.1. Електромагнітна природа світла. Хвильова природа світла.					
Тема 1.2. Рефрактометрія та поляриметрія.	6	2		2	2
Тема 1.3. Атомно-емісійний спектральний аналіз	4	2			2
Тема 1.4. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз	4	2			2
Тема 1.5. Полум'яна фотометрія	4	2			2
Тема 1.6. Молекулярна, абсорбційна спектроскопія	6	4			2
Тема 1.7. Спектрофотометричний метод аналізу	8	2		4	2
Разом по розділу	36	18		6	12

Модуль 2

Розділ 2. Хроматографічні методи аналізу.	6	4			2
Тема 2.1. Теоретичні основи і класифікація методів хроматографії..					
Тема 2.3.	4	2			2

Адсорбційна та йонообмінна хроматографія.					
Тема 2.2. Паперова і тонкошарова хроматографія.	6	4			2
Тема 2.4. Газова хроматографія.	4	2			2
Тема 2.5. Рідинна хроматографія	6	2		2	2
Тема 2.6. Площинна хроматографія у тонкому шарі сорбента та хемосорбційна хроматографія.	6	2		2	2
Розділ 3. Електрохімічні методи аналізу. Тема 3.1. Електрохімічні методи аналізу. Класифікація	4	2			2
Тема 3.2. Кондуктометрія. Кондуктометричне титрування.	2	2			
Тема 3.3. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування.	6	4			2
Тема 3.4. Потенціометричне визначення рН водних розчинів	6	2		2	2
Тема 3.5. Аналітичні індикатори в біологічних методах.	2	2			
Тема 3.6. Дослідження стану навколишнього середовища за допомогою біологічних методів	2	2			
Разом по розділу	54	30		6	18
Всього	90	48		12	30

3. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Тема 1.1. Електромагнітна природа світла. Хвильова природа світла.

Електромагнітне випромінювання і його основні характеристики. Спектр електромагнітного випромінювання. Електромагнітне випромінювання оптичного діапазону і його використання в оптичних методах аналізу. Монохроматичне випромінювання.

Тема 1.2. Рефрактометрія та поляриметрія

Характеристика методів, що ґрунтуються на вимірювання ефектів поляризаційних взаємодій, які пов'язані з явищем поляризації молекул речовини. Поняття кута заломлення світлового променя. Принцип дії рефрактометра. Поляриметрія, як метод дослідження, що ґрунтується на вимірюванні ступеня поляризації світла та оптичної активності. Оптично активні речовини. Застосування методів.

Практична робота №1

Визначення вмісту речовин у розчині рефрактометричним методом

Тема 1.3. Атомно-емісійний спектральний аналіз

Походження спектрів поглинання і випромінювання речовин. Види спектрів. Класифікація методів спектрального аналізу і їх застосування.

Загальна характеристика атомно-емісійного методу аналізу. Будова атома і атомні спектри. Енергії (потенціали) збудження та іонізації. Резонансні та гомологічні лінії спектру. Схема аналізу за спектрами випромінювання. Аналітичний сигнал емісійної спектроскопії, його якісні і кількісні параметри.

Спектральні прилади для атомно-емісійного аналізу, їх призначення і будова. Джерела збудження спектрів, їх характеристика. Диспергуючі елементи. Приймачі випромінювання. Способи фіксування спектрів. Класифікація спектральних приладів.

Якісний емісійний спектральний аналіз. Останні лінії у спектрі. Способи визначення довжин хвиль спектральних ліній.

Кількісний емісійний спектральний аналіз. Залежність інтенсивності спектральних ліній від концентрації елементів. Метод гомологічних (аналітичних) пар. Вимоги до гомологічної пари ліній. Методи напівкількісного аналізу в емісійній спектроскопії. Точний кількісний аналіз при фотографічному фіксуванні спектрів. Почорніння спектральної лінії і його залежність від концентрації елемента. Визначення концентрації елемента у зразку за калібрувальним графіком.

Тема 1.4. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз.

Атомно - абсорбційний метод аналізу, його основи. Аналітичний сигнал методу, якісна і кількісна характеристики. Атомно-абсорбційні спектрометри, їх будова і характеристика складових частин. Джерело випромінювання, атомізатор, монохроматор, рецептор.

Основи якісного і кількісного атомно-абсорбційного спектрального аналізу. Поняття абсорбційності. Застосування спектральних методів аналізу.

Тема 1.5. Полум'яна фотометрія

Принцип методу полум'яної фотометрії. Прилади та застосування полум'яної фотометрії. Характеристика методів, що ґрунтуються на вимірюванні інтенсивності світла, яке випромінює речовина, а саме, емісійні методи: флуориметрія, емісійний спектральний аналіз.

Тема 1.6. Молекулярна, абсорбційна спектроскопія

Молекулярні спектри поглинання їх походження і будова. Аналіз за молекулярними спектрами поглинання. Смуги поглинання (характеристичні або групові). Аналіз за молекулярними спектрами поглинання (фотометрія), теоретичні основи.

Тема 1.7. Спектрофотометричний метод аналізу

Основний закон поглинання випромінювання речовинами (об'єднаний закон Бугера-Ламберта-Бера) . Молярний коефіцієнт поглинання, його фізичний зміст. Оптичні характеристики речовин – пропускання і оптична густина (абсорбційність). Крива світло поглинання. Вибір товщини поглинаючого шару і довжини хвилі поглинаючого випромінювання у фотометрії. Методи фотометричного аналізу-спектрофотометричний, фотоелектроколориметричний, колориметричний, їх особливості. Схема приладів для аналізу за молекулярними спектрами поглинання.

Призначення спектрофотометрів і фотоелектроколориметрів. Схема проведення фотометричного аналізу. Якісний аналіз за молекулярними спектрами поглинання. Кількісний аналіз у фотометрії і способи визначення концентрації речовин, що поглинають. Метод калібрувального графіку. Метод порівняння оптичних густин стандартного і визначуваного розчину. Метод добавок. Застосування фотометричних методів аналізу. Поняття про турбідиметрію і нефелометрію. Фотоколориметри-нефелометри.

Практична робота №2

Фотометричне визначення нітритів у природній воді. Побудова графіка

Практична робота №3

Фотометричне визначення нітратів у природній воді. Побудова графіка.

МОДУЛЬ 2

Тема 2.1. Теоретичні основи і класифікація методів хроматографії.

Поняття хроматографії, як фізико-хімічного методу розділення й аналізу суміші газів, рідин або розчинів за допомогою сорбційних процесів. Дві фази у хроматографії: рухома та нерухома їх характеристика. Ознаки за якими розрізняють хроматографічні методи. Застосування хроматографії у наукових дослідженнях та в практичних роботах.

Тема 2.2. Паперова і тонкошарова хроматографія.

Розподіл паперової хроматографії на розподільну, адсорбційну та іонообмінну. Використання хроматографічного паперу як нерухомої фази.

Механізм хроматографії на папері розподільний та адсорбційний. Характеристика компонентів суміші. Типова хроматограма.

Тема 2.3. Адсорбційна та йонообмінна хроматографія.

Основи адсорбційної та йонообмінної хроматографії. Поняття катіоніти та аніоніти. Здатність йонів до йонообмінної адсорбції. Визначення об'ємної здатності. Процес демінералізації води та різних сольових розчинів. Застосування для розділення неорганічних і органічних речовин.

Тема 2.4. Газова хроматографія.

Хроматограма та її характеристика. Залежно від виду сорбенту розподіл газової хроматографії на газоадсорбційну та газорідинну. Використання газових хроматографів. Характеристика газохроматографічного аналізу. Характеристика параметрів. Поняття про площі піків. Застосування газової хроматографії у токсикологічній хімії, судовій медицині та гігієні.

Тема 2.5. Рідинна хроматографія.

Поняття про рідинну хроматографію. Характеристика рухомої та нерухомої фази. Поділ рідинної хроматографії на молекулярну та хемосорбційну. Їх характеристики. Використання рідинної хроматографії для визначення молекулярної маси білків, виділення та очищення біополімерів.

Практична робота №4

Розділення, ідентифікація та визначення речовин методом високо – ефективної рідинної хроматографії

Тема 2.6. Площинна хроматографія у тонкому шарі сорбента та хемосорбційна хроматографія.

Теоретичні основи площинної та хемосорбційної хроматографії і їх використання у фармації та медицині для визначення вмісту лікарських препаратів та продуктів їх метаболізму.

Практична робота №5

Розрахунок складу газової суміші за даними хроматографічного аналізу

Тема 3.1. Електрохімічні методи аналізу.

Класифікація Електрохімічні методи аналізу , їх класифікація і характеристика методів. Потенціометричний аналіз. Загальна характеристика і теоретичні основи методу. Електрод і електродний потенціал. Рівняння Нернста. Стандартний електродний потенціал. Стандартний водневий електрод. Гальванічні елементи.

Класифікація електродів у потенціометрії. Електроди індикаторні і порівняння (хлорсрібний, каломельний). Електроди 1-го і 2-го роду та індиферентні. Мембранні електроди (скляний, іоноселективні). Окисно - відновні електроди (платиновий).

Тема 3.2. Кондуктометрія. Кондуктометричне титрування.

Поняття кондуктометрії. Вимірювання питомої електропровідності речовини. Застосування кондуктометрії для визначення концентрації солей, кислот і основ. Використання електродів. Поняття кондуктометричного титрування. Визначення точки еквівалентності при титруванні.

Тема 3.3. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування

Потенціометричне титрування. Способи визначення точки еквівалентності. Застосування потенціометрії і потенціометричного титрування для визначення різних фізико-хімічних параметрів. Електрорушійна сила досліджуваного елемента та поняття електродного потенціалу. Характеристика йоноселективного електрода, скляного електрода з водневою функцією. Рівняння Нернста.

Тема 3.4. Потенціометричне визначення рН водних розчинів

Методика визначення рН розчинів. Застосування електродів у потенціометрії. Поняття гальванічний елемент. Прилади для вимірювання рН розчинів. Застосування потенціометричних досліджень.

Практична робота №6

Калібрування та перевірка місткості мірного посуду.

Тема 3.5. Аналітичні індикатори в біологічних методах.

Біологічні методи аналізу, їх класифікація і характеристика. Метод біоіндикації. Загальна характеристика методу. Суть фітоіндикації і її класифікація. Поняття про біотестування.

Тема 3.6. Дослідження стану навколишнього середовища за допомогою біологічних методів

Використання фітоіндикації, біоіндикації як методів біологічного аналізу для дослідження навколишнього середовища. Рослинність та зміни біологічних систем при виявленні забруднення довкілля. Поняття очистки стічних вод та використання мікроорганізмів в очисному процесі.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання

Контроль здійснюється за **модульно-рейтинговою системою**, яка включає **поточний та підсумковий контроль**.

Поточний контроль здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, практичних, лабораторних занять. При поточному контролі оцінці підлягають рівень знань, продемонстрований у відповідях і виступах на заняттях, активність при обговоренні питань, результати виконання практичних і лабораторних робіт, результати експрес-контролю у формі тестів, написання рефератів тощо. Студентам, які брали участь у науково-дослідницькій роботі – роботі конференцій, студентських гуртків, підготовці публікацій, а також були учасниками олімпіад, конкурсів, тощо під час поточного контролю можуть виставлятися додаткові бали.

Підсумковий контроль включає **модульний і семестровий контроль знань**. Він проводиться з метою оцінки результатів навчання на певному освітньому (кваліфікаційному) рівні або на окремих його завершених етапах.

Модульний контроль – це оцінювання знання студентом модуля, проводиться з урахуванням даних поточного контролю за відповідний модуль, оцінки за самостійне опрацювання тем, оцінки за модульну контрольну роботу (МКР). Допускається планування однієї модульної контрольної роботи з навчальної дисципліни, якщо обсяг годин не більше одного кредиту. Всього по даній дисципліні передбачається проведення двох модульних контрольних робіт.

Після семестрового контролю виставляється підсумкова оцінка з дисципліни тобто рахується загальна кількість балів, отримана студентом з даної дисципліни і записується її в журналі обліку поточної успішності у 100-бальній шкалі і у 4-бальній шкалі оцінювання. Перевід з 100-бальної шкали в чинну систему оцінок здійснюється наступним чином:

Сума балів за всі види діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, диф.залику, курсової роботи, практики	Для залику
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

5. Засоби діагностики успішності навчання:

Діагностика успішності навчання здійснюється за допомогою:

- попереднього, поточного, періодичного, підсумкового контролю знань;
- індивідуальної перевірки;
- фронтальної перевірки;
- тестового контролю;
- модульних контрольних робіт;
- доповіді;
- реферати;
- екзаменаційні білети;
- бесіди, диспути.

6. Рекомендована література

Основна:

1. В.В. Болотов, М.Ю. Голік Аналітична хімія Вінниця: Нова книга, 2011.
2. А.К. Запольський, А.І. Салюк Основи екології., Київ, 2005.
3. Масікевич Ю.Г., Гринь С.О. та ін. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища., Чернівці, 2005.
4. Радова А.С. практикум по агрохімії. М., Колос, 1971.
5. Назаренко І.І., Польчина І.І., В.А. Нікорич. Грунтознавство. Чернівці, 2008.
6. Норми радіаційної безпеки України, НРБУ-97. К., 1997.
7. В.С.Джигерей. Основи екології та охорони навколишнього середовища. Л., Афіша, 2000.
8. Школьний А.К., Юрченко Д.Ю. Контрольно-вимірювальні прилади в екології. Івано-Франківськ, 2002.
9. Школьний А.К., Юрченко Д.Ю. Контрольно-вимірювальні прилади в екології. Івано-Франківськ, 2005.
10. Д.Д.Луцевич, А.С. Мороз Аналітична хімія. Київ „Медицина”, 2009.

Додаткова:

1. М.П.Константинов, О.А.Журбенко. Радіаційна безпека. С., Університетська книга, 2003.
2. М.О.Клименко, П.М.Скрипчук. Метрологія, стандартизація і сертифікація в екології. К., Академія, 2006.
3. М.О.Клименко, А.М.Прищепа, Н.М.Воднюк. Моніторинг довкілля. К., Академія, 2006.
4. Цюцюра В.Д., Цюцюра С.В. Метрологія та основи вимірювань. К., Знання – Прес, 2003.
5. В.В.Тарасова, А.С.Малиновський, М.Ф. Рибак. Метрологія, стандартизація і сертифікація. К., 2006.