

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра хімічної метрології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-
педагогічної роботи

_____ А.В. Пантелеймонов

“ ___ ” _____ 2018 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Хіміко-метрологічне забезпечення у видобуванні вуглеводнів

рівень вищої освіти: другий магістерський рівень

галузь знань: 10 природничі науки

спеціальність: 102 Хімія, 101 Екологія, 103 Науки про землю

освітня програма: хімія, екологія, геологія нафти і газу

спеціалізація: Екогеохімія нафти і газу

вид дисципліни: за вибором

факультет: хімічний, екологічний, геології, географії, рекреації і туризму

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою хімічного факультету

“ 31 ” 08 2018 року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Нікітіна Наталія Олександрівна, к.х.н., доцент,
доцент кафедри хімічної метрології
Коновалова Ольга Юрївна, к.х.н., доцент
кафедри хімічної метрології

Програму схвалено на засіданні кафедри хімічної метрології

Протокол від “ 30 ” 08 2018 року № 1

Завідувач кафедри хімічної метрології

_____ О.І. Юрченко
(підпис)

Програму погоджено методичною комісією хімічного факультету

Протокол від “ 31 ” 08 2018 року № 1

Голова методичної комісії хімічного факультету

_____ П.В. Єфімов
(підпис)

Протокол від “ ____ ” 08 2018 року № 1

Голова методичної комісії екологічного факультету

Протокол від “ ____ ” 08 2018 року № 1

Голова методичної комісії факультету геології, географії, рекреації і
туризму

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Хіміко-метрологічне забезпечення у видобуванні вуглеводнів» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки магістра освітньо-кваліфікаційного рівня: другий магістерський рівень напрямку 102 Хімія, 101 Екологія, 103 Науки про землю

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 **Метою** викладання навчальної дисципліни є:

- сформувати уявлення про методи, якими одержують фундаментальні хімічні дані про склад речовин і матеріалів;
- навчити обирати і застосовувати методи та методики для аналізу і контролю якості нафтопродуктів та газу; пластової та природної води; повітря та ґрунту;
- навчити оцінювати якість отриманих результатів аналізу;
- підготувати до самостійних вимірювань хімічного складу окремих об'єктів аналізу та самостійного виконання найпростіших операцій хімічного експерименту.

1.2. Основними **завданнями** вивчення дисципліни є навчити студентів

- правильно обирати спосіб відбору проб в залежності від агрегатного складу проби та мети аналізу;
- правильно інтерпретувати результат аналізу;
- обирати метод та методику аналізу в залежності від агрегатного стану об'єкту аналізу та його можливого вмісту.

1.3. Кількість кредитів 6.

1.4. Загальна кількість годин – 180.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
5-й	-й
Семестр	
10-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	год.
Лабораторні заняття	
32 год.	год.
Самостійна робота	
100 год.	год.
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання. Студенти мають досягти таких результатів навчання:

знати :

- специфіку об'єктів та задач нафто- та газодобуваючої промисловості;
- аналітичні властивості пріоритетних токсикантів доквілля на місцях добування газу та нафти;

- засади методів відбору проб їх підготовки до аналізу; принципи вибору методу для конкретних задач аналізу та контролю вуглеводнів та довкілля.

вміти :

- оцінювати придатність окремих методів хімічного аналізу для контролю якості нафтопродуктів та газу та для визначення забруднювачів в об'єктах довкілля;
- обирати і застосовувати методики аналізу та виконувати обробку результатів визначення показників хімічного складу та якості об'єктів аналізу

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 80%.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи метрології хімічного аналізу. Способи відбору проб.

Лекції

Тема 1.1. Вступ. Основні хімічні величини та способи їх виразу. Аналітичний сигнал та градувальна функція.

Кількість речовини, способи виразу вмісту речовини: молярна концентрація, молярна концентрація еквіваленту, масова частка. Кількісний аналіз: аналітичний сигнал, градування. Способи знаходження концентрацій речовини: метод одного стандарту, метод двох стандартів, метод доданків, метод градувального графіка.

Тема 1.2. Метрологічні характеристики методик хімічного аналізу. Похибки хімічного аналізу та обробка результатів вимірювань.

Перелік основних метрологічних характеристик та їх визначення: точність, правильність, відтворюваність, збіжність, похибка та невизначеність, межа визначення та виявлення. Похибки хімічного аналізу: систематична та випадкова, обробка результатів вимірювань. Розповсюдження похибок.

Тема 1.3. Методи пробовідбору та деякі питання пробопідготовки.

Методи відбору проб повітря в контейнери, абсорбційне та сорбційне вилучення, пробовідбір ґрунту та води; відбор проб нафти та газу. Деякі питання пробопідготовки: консервування проби, вилучення цільового компоненту.

Лабораторні заняття

Тема 1.4. Ваги та зважування. Робота з хімічним посудом. Приготування розчинів із заданою концентрацією.

Тема 1.5. Визначення умовної в'язкості нафтопродуктів.

Тема 1.6. Визначення масової частки нафтопродуктів у воді.

Розділ 2. Титриметричний аналіз

Лекції

Тема 2.1. Титриметрія, принцип методу, основні поняття.

Види (кисотно-основне, осаджувальне, комплексонометричне та окисно-відновне) та способи (пряме, зворотне, замісне) титрування. Точка еквівалентності, індикатори, стандартні розчини.

Тема 2.2. Реакції на яких ґрунтуються різновиди титриметричного визначення.

Тема 2.3. Кисотно-основне титрування.

Кисотно-основне титрування: титранти кислоти та луки, способи їхньої стандартизації, індикатори, криві титрування, приклади визначення.

Тема 2.4. Комплексонометричне титрування.

Комплексонометричне титрування: металохромні індикатори, способи комплексонометричного титрування.

Тема 2.5. Осаджувальне титрування.

Види осаджувального титрування в залежності від титранту. Індикатори та способи індикації.

Тема 2.6. Окисно-відновне титрування.

Окисно-відновне титрування: перманганатометрія, хроматометрія, йодометрія, броматометрія. Методи окисно-відновного титрування, приклади.

Лабораторні заняття

Тема 2.7. Визначення агресивної вуглекислоти в об'єктах газодобування.

Тема 2.8 Стандартизація розчину тіосульфату натрію та визначення вмісту йодид- та бромід-іонів в пробах супутньо-пластової води методом йодометричного титрування.

Розділ 3. Хроматографічний аналіз

Лекції

Тема 3.1. Класифікація хроматографічних методів.

Класифікація хроматографічних методів: за геометричними характеристиками, по способу розділення, за механізмом розподілення, в залежності від мети розділення.

Тема 3.2. Фізико-хімічні процеси, на яких ґрунтується розділення.

Фізико-хімічні процеси, на яких ґрунтується розділення: адсорбція, розчинення газів у рідині, дифузія, міжмолекулярні взаємодії.

Тема 3.3. Хроматограма та її характеристики: параметри хроматографічного утримування, кількісний аналіз в хроматографії.

Хроматографічні піки, час утримування, виправлений час утримування, індекс утримування Ковача, фактор ємності та фактор утримування. Площа піка: висота та ширина піка. Методи розрахунку складу суміші: метод абсолютного калібрування, метод внутрішнього стандарту, метод нормалізації та метод стандартної добавки.

Тема 3.4. Теорія хроматографічного розділення: теорія теоретичних тарілок та теорія макроскопічних сталей.

Класифікація моделей хроматографічного розділення за формою ізотерм сорбції і швидкості встановлення рівноваги між нерухомою і рухомою фазами. Теорія теоретичних тарілок у хроматографії; висота, еквівалентна теоретичній тарілці (ВЕТТ) та її зв'язок з ефективним коефіцієнтом дифузії; вплив розміру зерна сорбенту на ВЕТТ; залежність приведеної ВЕТТ від приведеної швидкості елюенту. Засади теорії макроскопічних постійних; зв'язок часу утримання й об'єму утримання з константою розподілу, їхня залежність від температури; особливості теорії лінійної нерівноважної хроматографії для газової хроматографії; рівняння Ван-Деемтера, Жуховицького, Джонса, Гіддінгса та інші модифікації рівняння Ван-Деемтера для газової хроматографії.

Тема 3.5. Критерії розділення та селективності в хроматографії.

Селективність розділення. Розрішення.

Тема 3.6. Газова хроматографія: газо-адсорбційна та газо-рідинна хроматографія, апаратура для газової хроматографії.

Газова хроматографія: газо-адсорбційна та газо-рідинна хроматографія. Сорбенти та рухомі фази. Апаратура для газової хроматографії: пристрої для оптимізації швидкості потоку газу-носія, дозатори, колонки, детектори та термостати. Способи введення проби в капілярні колонки. Комбіновані методи аналізу.

Лабораторні заняття

Тема 3.7. Обробка хроматограм.

Тема 3.8. Визначення метанолу в пробах скрапленого газу.

Розділ 4. Оптичні методи аналізу

Лекції

Тема 4.1. Вступ. Основні поняття, класифікація методів.

Основні характеристики: частота, довжина хвилі, хвильове число, спектр та спектральні області.

Тема 4.2. Атомна спектроскопія.

Ширина спектральної лінії та її уширення. Самопоглинання. Атомно-емісійний аналіз та атомно-емісійний аналіз з індуктивно-зв'язаною плазмою. Джерела атомізації і збудження, способи детекції аналітичного сигналу. Градувальна характеристика.

Тема 4.3. Атомно-абсорбційна спектроскопія.

Атомно-абсорбційний аналіз. Джерела випромінювання, основні типи атомізаторів. Процеси в атомізаторі та джерела похибок.

Тема 4.4. Молекулярна абсорбційна спектрометрія (спектрофотометрія).

Спектри поглинання молекул і інших частинок у розчинах. Закон Бугера-Ламберта-Бера і градувальна характеристика молекулярної абсорбційної спектрометрії. Причини відхилень від основного закону світопоглинання.

Тема 4.5. Молекулярна люмінесценція

Флуоресценція та фосфоресценція. Аналітичний сигнал та градувальна характеристика люмінесцентного аналізу.

Лабораторні заняття

Тема 4.6. Атомно-абсорбційне визначення мангану в нафтопродуктах.

Розділ 5. Електрохімічні методи аналізу.

Лекції

Тема 5.1. Електрохімічні методи аналізу. Принцип методів.

Електрохімічна комірка, електроди: індикаторний та порівняння. Рівноважні та нерівноважні електрохімічні системи. Явища при протіканні струму через розчин.

Тема 5.2. Потенціометрія.

Електроди. Градувальна характеристика. Пряма потенціометрія. Потенціометричне титрування.

Тема 5.3. Кулонометрія.

Електролітична комірка та її характеристики. Концентраційна та кінетична поляризація. Електрогравіметрія. Пряма кулонометрія та кулонометричне титрування.

Лабораторні заняття

Тема 5.4. Потенціометричне визначення хлористих солей у нафті.

3. Структура навчальної дисципліни

Модулі і теми	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	ср	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1						
Тема 1.1	5	1	1			3
Тема 1.2	7	2	2			3
Тема 1.3	5	2				3
Тема 1.4	5			2		3
Тема 1.5	7			4		3
Тема 1.6	7			4		3
Разом за	36	5	3	10		18

модулем 1						
Розділ 2						
Тема 2.1	4	1				3
Тема 2.2	4.5	1	0.5			3
Тема 2.3	5	1	1			3
Тема 2.4	5	1	1			3
Тема 2.5	4.5	1	0.5			3
Тема 2.6	5	1	1			3
Тема 2.7	7			4		3
Тема 2.8	7			4		3
Разом за модулем 2	42	6	4	8		24
Розділ 3						
Тема 3.1	4	1				3
Тема 3.2	4	1				3
Тема 3.3	7	1	3			3
Тема 3.4	6	2				4
Тема 3.5	4	1				3
Тема 3.6	7	3				4
Тема 3.7	5			2		3
Тема 3.8	7			4		3
Разом за модулем 3	44	9	3	6		26
Розділ 4						
Тема 4.1	4	1				3
Тема 4.2	6	2	1			3
Тема 4.3	5	1	1			3
Тема 4.4	6	2	1			3
Тема 4.5	5	1	1			3
Тема 4.6	7			4		3
Разом за модулем 4	33	7	4	4		18
Розділ 5						
Тема 5.1	5	2				3
Тема 5.2	7	2	1			4
Тема 5.3	6	1	1			4
Тема 5.4	7			4		3
Разом за модулем 5	25	5	2	4		14
Усього годин	180	32	16	32		100

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1.		
1	Тема 1.4. Ваги та зважування. Робота з хімічним посудом. Приготування розчинів із заданою концентрацією.	2
2	Тема 1.5. Визначення умовної в'язкості нафтопродуктів.	4
3	Тема 1.6. Визначення масової частки нафтопродуктів у воді.	4
Модуль 2		

4	Тема 2.7. Визначення агресивної вуглекислоти в об'єктах газодобування.	4
5	Тема 2.8. Стандартизація розчину тіосульфату натрію та визначення вмісту йодид- та бромід-іонів в пробах супутньо-пластової води методом йодометричного титрування.	4
Модуль 3.		
6	Тема 3.7. Обробка хроматограм	2
7	Тема 3.8. Визначення метанолу в пробах скрапленого газу.	4
Модуль 4.		
8	Тема 4.6. Атомно-абсорбційне визначення мангану в нафтопродуктах. Перевірка правильності методики визначення.	4
Модуль 5.		
9	Тема 5.5. Потенціометричне визначення хлористих солей у нафті.	4

5. Теми практичних занять

Назва теми	Кількість годин
Розділ 1.	
Тема 1.1. Вступ. Основні хімічні величини та способи їх виразу. Аналітичний сигнал та градувальна функція.	1
Тема 1.2. Метрологічні характеристики методик хімічного аналізу. Похибки хімічного аналізу та обробка результатів вимірювань.	2
Розділ 2	
Тема 2.2. Типи хімічних рівноваг.	0.5
Тема 2.3. Кислотно-основне титрування.	1
Тема 2.4. Комплексонометричне титрування.	1
Тема 2.5. Осаджувальне титрування.	0.5
Тема 2.6. Окисно-відновне титрування.	1
Розділ 3.	
Тема 3.3. Хроматограма та її характеристики: параметри хроматографічного утримування, кількісний аналіз в хроматографії.	3
Розділ 4.	
Тема 4.2. Атомно-абсорбційний аналіз.	1
Тема 4.3. Атомно-емісійний аналіз та атомно-емісійний аналіз з індуктивно-зв'язаною плазмою.	1
Тема 4.4. Молекулярна абсорбційна спектрометрія (спектрофотометрія). Спектри поглинання молекул і інших частинок у розчинах. Закон Бугера-Ламберта-Бера і градувальна характеристика молекулярної абсорбційної спектрометрії.	1
Тема 4.5. Люмінесцентні методи аналізу. Флуоресценція та фосфоресценція.	1
Розділ 5.	
Тема 5.2. Потенціометрія. Електроди. Градувальна характеристика. Пряма потенціометрія.	1
Тема 5.3. Кулонометрія.	1

6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин
Розділ 1.	
Тема 1.1. Вступ. Основні хімічні величини та способи їх виразу. Аналітичний сигнал та градувальна функція.	3
Тема 1.2. Метрологічні характеристики методик хімічного аналізу. Похибки хімічного аналізу та обробка результатів вимірювань.	3
Тема 1.3. Методи пробо відбору та деякі питання пробо підготовки.	3
Тема 1.4. Ваги та зважування. Робота з хімічним посудом. Приготування розчинів із заданою концентрацією.	3
Тема 1.5. Визначення умовної в'язкості нафтопродуктів.	3
Тема 1.6. Визначення масової частки нафтопродуктів у воді	3
Розділ 2	
Тема 2.1. Титриметрія, принцип методу, основні поняття.	3
Тема 2.2. Типи хімічних рівноваг.	3
Тема 2.3. Кислотно-основне титрування.	3
Тема 2.4. Комплексонометричне титрування.	3
Тема 2.5. Осаджувальне титрування.	3
Тема 2.6. Окисно-відновне титрування.	3
Тема 2.7. Визначення агресивної вуглекислоти в об'єктах газодобування.	3
Тема 2.8. Стандартизація розчину тіосульфату натрію та визначення вмісту йодид- та бромід-іонів в пробах супутньо-пластової води методом йодометричного титрування.	3
Розділ 3.	
Тема 3.1. Класифікація хроматографічних методів.	3
Тема 3.2. Фізико-хімічні процеси, на яких ґрунтується розділення.	3
Тема 3.3. Хроматограма та її характеристики: параметри хроматографічного утримування, кількісний аналіз в хроматографії.	3
Тема 3.4. Теорія хроматографічного розділення: теорія теоретичних тарілок та теорія макроскопічних сталих.	4
Тема 3.5. Критерії розділення та селективності в хроматографії.	3
Тема 3.6. Газова хроматографія: газо-адсорбційна та газо-рідинна хроматографія, апаратура для газової хроматографії.	4
Тема 3.7. Обробка хроматограм	3
Тема 3.8. Визначення метанолу в пробах скрапленого газу.	3
Розділ 4.	
Тема 4.1. Вступ. Основні поняття, класифікація методів.	3
Тема 4.2. Атомно-абсорбційний аналіз. Джерела випромінювання, основні типи атомізаторів. Процеси в атомізаторі та джерела похибок.	3
Тема 4.3. Атомно-емісійний аналіз та атомно-емісійний аналіз з індуктивно-зв'язаною плазмою. Джерела атомізації і збудження, способи детекції аналітичного сигналу. Градувальна характеристика.	3
Тема 4.4. Молекулярна абсорбційна спектрометрія (спектрофотометрія). Спектри поглинання молекул і інших частинок у розчинах. Закон Бугера-Ламберта-Бера і градувальна характеристика молекулярної абсорбційної спектрометрії. Причини відхилень від основного закону світопоглинання.	3
Тема 4.5. Люмінесцентні методи аналізу. Флуоресценція та фосфоресценція. Аналітичний сигнал та градувальна характеристика	3

люмінесцентного аналізу.	
Тема 4.6. Атомно-абсорбційне визначення мангану в нафтопродуктах. Перевірка правильності методики визначення.	3
Розділ 5.	
Тема 5.1. Електрохімічні методи аналізу. Явища при протіканні струму через розчин.	3
Тема 5.2. Потенціометрія. Електроди. Градувальна характеристика. Пряма потенціометрія. Потенціометричне титрування.	4
Тема 5.3. Кулонометрія. Пряма кулонометрія та кулонометричне титрування.	4
Тема 5.4. Потенціометричне визначення хлористих солей у нафті.	3

7. Методи навчання

Лекції, лабораторні заняття, виконання індивідуальних завдань, самостійна робота студентів, контрольні заходи.

8. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять. Форми проведення поточного контролю – усне опитування, складання допуску, перевірка звітів виконання лабораторних робіт.

Модульний контроль проводиться наприкінці кожного змістового модулю і реалізується шляхом узагальнення результатів поточного контролю знань і проведення спеціальних контрольних заходів (контрольна робота, тестування, захист індивідуального завдання).

Підсумковий контроль – іспит диференційований, проводиться у письмовій формі.

Виконання лабораторних, контрольних робіт оцінюються в балах, які потім додаються і переводяться в оцінку за національною та міжнародною системами відповідно до критеріїв, прийнятих в університеті.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Загальна сума балів – 100, вони розподіляються за видами роботи наступним чином:

- виконання лабораторних робіт (допуск, виконання, захист) – по 5 балів за роботу, крім роботи за темою 1.4 – 3 бали і роботи 3.5 – 2 бали; всього 35 балів.
- модульний контроль на практичних заняттях – 5 робіт, по 4 бали за кожен; всього 20 балів.
- Підсумковий контроль, екзамен – 40 балів.

Поточне тестування та самостійна робота									
Розділ 1				Розділ 2			Розділ 3		
T1.4	T1.5	T1.6	КР	T2.7	T2.8	КР	T3.7	T3.8	КР
3	5	5	4	5	5	4	2	5	4

Поточне тестування та самостійна робота				Разом	Екзамен	Сума
Розділ 4		Розділ 5				
T4.6	КР	T5.5	КР	60	40	100
5	4	5	4			

*Екзамен вважається зданим, якщо студент набирає на екзамені не менш 10 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

10. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Навчальні посібники, монографії, підручники, нормативні документи, довідники.
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
4. Комплект мультимедійних матеріалів для лекцій.
5. Роздавальні супровідні матеріали до лекцій (конспект).

11. Рекомендована література

Основна

1. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн 1. Общие вопросы. Методы разделения / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. Под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2004. – 361 с.
2. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн 2. Методы химического анализа: Учебное пособие для вузов / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш.шк., 2004. – 503 с.
3. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 ч. Часть II. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. — М.: Высш. школа, 1989. – 384 с.
4. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 ч. Часть I. Гравиметрический и титриметрический методы анализа / В. П. Васильев. — М.: Высш. школа, 1989. – 320 с.
5. Скуг Д. Основы аналитической химии в 2 ч. Часть II. / Д. Скуг, Д. Уэст Д. — М.: Мир, 1979. – 480 с.
6. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. Пер. с нем. / К. Дерффель – М.: Мир, 1994. – 268с.
7. Дворкин В. И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа / В. И. Дворкин – М.: Химия, 2001. – 263с.
8. Карпов Ю. А. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю. А. Карпов, А. П. Савостин. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.
9. Алемасова А. С. Экологическая аналитическая химия. Учебное пособие / А. С. Алемасова, К. С. Луговой. – Донецк.: ДонНУ, 2010. – 272 с.
10. Природний газ. Настанови щодо відбирання проб. ДСТУ ISO 10715:2009. – [Введено 2011-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 36с. – (Національний стандарт України).
11. Нафта і нафтопродукти. Методи відбирання проб. ДСТУ 4488:2005. – [Введено 2006-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. – 34с. – (Національний стандарт України).
12. Царев Н.И. Практическая газовая хроматография: Учебно-методическое пособие для студентов химического факультета по спецкурсу “Газохроматографические методы анализа” / Н. И. Царев, В. И. Царев, И. Б. Катраков. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2000. – 156 с.
13. Конюхов В.Ю. Хроматография / В. Ю. Конюхов. — М.: Лань, 2012. – 224 с.
14. Сакодынский К.И. Аналитическая хроматография / К. И. Сакодынский. — М.: Химия, 1993. – 463 с.

15. Другов Ю.С. Газохроматографический анализ природного газа: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин.– М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 174 с.
16. Метрология. Основные термины и определения: РМГ 29-99– [Введен 2001-01-01]. М. : Издательство стандартов, 2000. – 46с.
17. Смагунова А. Н. Методы математической статистики в аналитической химии: учеб. пособие / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. – Ростов н/Д. : Феникс, 2012. – 346с.
18. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений: ГОСТ ИСО5725-1-2003. – [Введен 2003-10-10]. М. : Издательство стандартов, 2003. – 20с. – (Межгосударственный стандарт).

Допоміжна

19. Нефть. Общие технические условия: ГОСТ Р 51858-2002. – [Введен 2002-01-08]. М. : Издательство стандартов, 2002. – 7с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).
20. Газ природный топливный сжатый для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия: ГОСТ 27577-2000. – [Введен 2000-10-18]. М. : Издательство стандартов, 2000. – 16с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).
21. Калюкова Е.Н. Титриметрические методы анализа. Учебное пособие / Е. Н. Калюкова. — Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 108 с.
22. Лабораторное руководство по хроматографическим и смежным методам: Пер. с англ./ Под ред. О. Микеша. М.: Мир, 1982. – Ч. 1. – 400 с.
23. Тертых В.А. Химические реакции с участием поверхности кремнезема / В. А. Тертых, Л. А. Белякова. — Киев: Наукова думка, 1991. – 246 с.
24. Гиндуллина Т.М. Аналитическая химия и ФХМА. Лабораторный практикум. ч.2: учебно-методическое пособие / Т. М. Гиндуллина, Н. М. Дубова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 220 с.
25. Гарифзянов А. Р. Эмиссионная фотометрия пламени и атомно-абсорбционная спектроскопия. / А. Р.Гарифзянов. – Казань: Казан. гос. ун-т им. В.И.Ульянова-Ленина, 2009. – 94 с.
26. Ярышев Н.Г. Физические методы анализа и их практическое применение в химическом анализе: Учебное пособие. / Н.Г. Ярышев, Д.А. Панкратов Д.А, М.И.Токарев [и др.]. – М.: МПГУ, 2012. – 160 с.