

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра прикладної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи хімічного контролю об’єктів довкілля

За напрямом підготовки 040101 "хімія"
для спеціальностей 7. 04010101 "хімія" та 8. 04010101 "хімія"

Хімічного факультету

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Робоча програма навчальної дисципліни „Методи хімічного контролю об’єктів довкілля” (спецкурс) для студентів за напрямом підготовки 040101 "хімія" для спеціальностей 7. 04010101 "хімія" та 8. 04010101 "хімія".

Розробники: **Кравченко Андрій Васильович, к.х.н., доц. кафедри теоретичної хімії**
Єфімов Павло Вікторович, ст. викл. кафедри теоретичної хімії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної хімії

Протокол № 8 від “24” 04 2014 р.

Завідувач кафедри _____ В.А. Чебанов

“24” 04 2014 р

Схвалено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 10 від “14” 05 2014 р.

“14” 05 2014 р.

Голова _____

Юрченко О.І.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 7	Галузь знань 0401 «Природничі науки»	денна форма навчання дисципліна вільного вибору студента
Модулів – 4	Напрямок підготовки 040101 "хімія" Спеціальність 7. 04010101 "хімія" та 8. 04010101 "хімія"	Рік підготовки: V -й
Загальна кількість годин 266		Семестр 9 -й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 8,8	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр, спеціаліст	Лекції – 44 год.
		Лабораторні – 32 год.
		Практичні -32 год.
		Самостійна робота – 158 год.
		Вид контролю: іспит

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: навчити обґрунтовано аналізувати природні об'єкти, склад яких може постійно та непередбачувано змінюватися.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: переваги і обмеження конкретних інструментальних методів аналізу, метрологічне порівняння методик та складання результатів аналізу як процедури.

вміти: самостійно оптимізувати процедуру аналізу в плані постійно зростаючих вимог на кваліфікацію сучасного хіміка.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Лекції

Тема 1. Загальна характеристика проблем контролю доквілля. Загальні свідомості про техніку аналізу. Дистильована, деіонізована та бідистильована вода. Одержання та контроль якості. Лабораторний посуд. Матеріали для виготовлення посуду та їхні властивості. Скло, кераміка, вогнетриви, полімерні матеріали, метали та сплави. Методи очищення посуду. Механічне, фізичне та хімічне очищення. Терези та вимоги до їхнього устаткування і використання. Правила зважування. Приведення маси тіла до вакууму. Мірчий посуд. Використовування, калібрування та повірка. Вимірювання та контроль температур. Типи термометрів – ділатометричні, манометричні, електричні та

пірометричні. Калібрування та повірка термометрів. Вимірювання тиску. Типи манометрів та барометрів і правила їх використання.

Тема 2. Основні методи очищення та концентрування речовин. Методи та апаратура подрібнення і змішування. Фільтрування. Фільтруючі матеріали. Фільтрування при звичайному тиску, у вакуумі, в атмосфері інертного газу. Фільтрування та очищення газів. Дистиляція – загальні поняття та вимоги. Дистиляція з водяною парою, при атмосферному тиску та у вакуумі, роторне випаровування. Загальні поняття екстракції. Екстрагування твердих речовин та рідин. Холодна та гаряча екстракція. Кристалізація, перекристалізація та висолування. Проведення та застосування. Сублімація та вакуумна сублімація. Зонна плавка та зонна сублімація. Діаліз та електродіаліз. Іонний обмін та його застосування. Стислий огляд хроматографічних методів.

Тема 3. Методи осушення та кондиціонування речовин. Загальні поняття та техніка роботи. Висушування газів, твердих речовин та рідин. Осушувачі та їх характеристики. Використання низьких та високих температур. Застосування вакууму. Гігростатування. Найпростіші методи контролю чистоти речовин. Пікнометрія. Рефрактометрія. Кондуктометрія. Визначення температур топлення (кристалізації) та кипіння.

Тема 4. Класифікація помилок. Види систематичних помилок та засоби їх виключення. Випадкові помилки. Основні поняття математичної статистики. Нерівномірний та рівномірний розподіли. Нормальний розподіл Гауса. Статистика малих вибірок. Довірчий інтервал. Статистична обробка результатів аналізу. Відбраковування результатів аналізу. Аналіз як процедура. Етапи аналізу та джерела помилок. Правила відбору проб. Відбір проб сипких та рідких тіл. Етапи складання проб.

Тема 5. Спектральні методи аналізу. Основні поняття та класифікація. Фізичний зміст спектрів поглинання, випромінювання та розсіювання. Види руху в молекулах та типи молекулярних спектрів. Енергетичні характеристики ділянок спектру. Принцип Франка-Кондона. Класифікація електронних переходів в молекулах. Використання спектрів поглинання з метою якісного та кількісного аналізу. Основні характеристики світлопоглинання. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектри та природа хімічного зв'язку. Спектроскопічне визначення фізико-хімічних параметрів молекул. Техніка молекулярної спектроскопії. Основні вузли спектральних приборів та їх призначення. Емісійна фотометрія, фотометрія полум'я. Особливості, загальна характеристика, практичне застосування методу. Специфіка аналізу об'єктів довкілля.

Модуль 2. Лабораторні заняття

Тема 6. Знайомство із спектральними приборами КФК-3 та СФ-46. Юстировка по довжині хвилі та фону світла. Приготування розчинів стандартів оптичної густини. Калібрування приборів по стандартах оптичної густини. Вимірювання кюветної різниці.

Тема 7. Спектрофотометричне визначення Fe^{3+} у воді водогону роданідним методом, з сульфосаліциловою кислотою у кислому та лужному середовищах. Обробка результатів аналізу. Метрологічне порівняння методик.

Тема 8. Фотометричне визначення Cu^{2+} за допомогою різних аналітичних реагентів. Концентрування мікродомішок Cu^{2+} та їх подальше визначення. Метрологічне порівняння методик.

Тема 9. Визначення аніонів I^- у кам'яній і йодованій солях, розсолах та інших природних і харчових продуктах за допомогою різних методик. Обробка результатів аналізу та порівняння методик.

Тема 10. Визначення аніонів PO_4^{3-} у водах та напоях різноманітними методами.

Тема 11. Визначення аніонів NO_3^- у водах, напоях та харчових продуктах за різними методиками. Метрологічне порівняння фотометричних та іонометричних визначень.

Тема 12. Визначення аніонів NO_2^- у м'ясних та ковбасних виробках. Метрологічне порівняння фотометричного та іонометричного визначень.

Модуль 3. Лекції

Тема 13. Введення. Предмет та задачі хімічної екології. Математичні методи, які застосовуються у хімічній екології. Основні поняття необхідного математичного апарату.

Тема 14. Інформаційні технології у хімічній екології. Використання мережі Інтернет. Уявлення про бази даних

Тема 15. Математико-статистичні методи у хімічній екології. Основні поняття теорії ймовірностей та математичної статистики. Первинна статистична обробка даних. Статистичне оцінювання параметрів. Статистичні критерії.

Тема 16. Дослідження залежностей. Основні поняття кореляційного аналізу. Основні поняття регресійного аналізу. Вибір вигляду функції регресії. Уявлення о статистичном аналізі авторегресійних динамічних залежностей.

Тема 17. Уявлення о плануванні експерименту. Елементи дисперсійного і ковариційного аналізів.

Тема 18. Класифікація та зниження розмірності. Дискримінантний аналіз. Кластерний аналіз. Метод головних компонент. Моделі та методи факторного аналізу. Багатомірне шкалювання.

Тема 19. Інші методи аналізу даних. Розвідковий аналіз даних. Уявлення про нейронні мережі.

Тема 20. Математичні моделі у хімічній екології. Метод кількісних відносень структура –активність. Електронні та топологічні індекси.

Тема 21. Динаміка розповсюдження хімічних речовин у навколишньому середовищі. Основні поняття гідродинаміки.

Модуль 4. Практичні заняття

Тема 22. Ознайомлення з математичними програмними пакетами. Рішення рівнянь. Електронні таблиці. Індивідуальне завдання.

Тема 23. Використовування мережі Інтернет. Уявлення про бази даних. Індивідуальне завдання.

Тема 24. Ознайомлення зі статистичними програмними пакетами. Аналіз розподілень. Первинна статистична обробка даних. Статистичне оцінювання параметрів. Індивідуальне завдання

Тема 25. Дослідження залежностей. Розрахунок коефіцієнтів кореляції. Регресійний аналіз. Вибір вигляду функції регресії. Розрахунок параметрів. Індивідуальне завдання.

Тема 26. Перевірка статистичних гіпотез. Дисперсійний аналіз. Індивідуальне завдання

Тема 27. Ознайомлення з методами класифікації та зниження розмірності. Дискримінантний аналіз. Кластерний аналіз. Метод головних компонент. Моделі та методи факторного аналізу. Багатомірне шкалювання. Індивідуальне завдання.

Тема 28. Розвідковий аналіз даних. Уявлення про нейронні мережі. Індивідуальне завдання.

Тема 29. Розрахунок електронних та топологічних індексів хімічних сполук. Метод кількісних співвідношень структура –активність. Індивідуальне завдання.

Тема 30. Математичні моделі в хімічній екології. Динаміка розповсюдження хімічних речовин у навколишньому середовищі. Індивідуальне завдання.

4. 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

Модуль 1 – лекції						
Тема 1	10	4				6
Тема 2	12	4				8
Тема 3	12	4				8
Тема 4	10	2				8
Тема 5	16	8				8
Разом за модулем 1	60	22				38
Модуль 2 – лабораторні заняття						
Тема 6	6			4		2
Тема 7	10			4		6
Тема 8	10			4		6
Тема 9	10			4		6
Тема 10	11			4		7
Тема 11	13			6		7
Тема 12	13			6		7
Разом за модулем 2	73			32		41
Модуль 3 – лекції						
Тема 13	6	3				3
Тема 14	8	3				5
Тема 15	8	3				5
Тема 16	8	3				5
Тема 17	7	2				5
Тема 18	7	2				5
Тема 19	7	2				5
Тема 20	7	2				5
Тема 21	7	2				5
Разом за модулем 3	65	22				43
Модуль 4 – практичні заняття						
Тема 22	7		3			4
Тема 23	7		3			4
Тема 24	7		3			4
Тема 25	7		3			4
Тема 26	8		4			4
Тема 27	8		4			4
Тема 28	8		4			4
Тема 29	8		4			4
Тема 30	8		4			4
Разом за модулем 4	68		32			36
Усього годин	266	44	32	32		158

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
6	Знайомство із спектральними приборами КФК-3 та СФ-46. Юстировка по довжині хвилі та фону світла. Приготування розчинів стандартів оптичної густини. Калібрування приборів по стандартах оптичної густини. Вимірювання кюветної різниці.	3
7	Спектрофотометричне визначення Fe^{3+} у воді водогону роданідним методом, з сульфосаліциловою кислотою у кислому та лужному середовищах. Обробка результатів аналізу. Метрологічне порівняння методик.	4
8	Фотометричне визначення Cu^{2+} за допомогою різних аналітичних реагентів. Концетрування мікродомішок Cu^{2+} та їх подальше визначення. Метрологічне порівняння методик.	4
9	Визначення аніонів I^- у кам'яній і йодованій солях, розсолах та інших природних і харчових продуктах за допомогою різних методик. Обробка результатів аналізу та порівняння методик.	4
10	Визначення аніонів PO_4^{3-} у водах та напоях різноманітними методами.	4
11	Визначення аніонів NO_3^- у водах, напоях та харчових продуктах за різними методиками. Метрологічне порівняння фотометричних та іонометричних визначень.	4
12	Визначення аніонів NO_2^- у м'ясних та ковбасних виробках. Метрологічне порівняння фотометричного та іонометричного визначень.	4

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
22	Ознайомлення з математичними програмними пакетами. Рішення рівнянь. Електронні таблиці.. Індивідуальне завдання.	3
23	Використовування мережі Інтернет. Уявлення про бази даних. Індивідуальне завдання.	3
24	Ознайомлення зі статистичними програмними пакетами. Аналіз розподілень. Первинна статистична обробка даних. Статистичне оцінювання параметрів. Індивідуальне завдання.	3
25	Дослідження залежностей. Розрахунок коефіцієнтів кореляції. Регресійний аналіз. Вибір вигляду функції регресії. Розрахунок параметрів. Індивідуальне завдання.	3
26	Перевірка статистичних гіпотез. Дісперсійний аналіз. Індивідуальне завдання.	3
27	Ознайомлення з методами класифікації та зниження розмірності. Дискримінантний аналіз. Кластерний аналіз. Метод головних компонент. Моделі та методи факторного аналізу. Багатовимірне шкалювання. Індивідуальне завдання.	3
28	Розвідковий аналіз даних. Уявлення про нейронні мережі. Індивідуальне завдання.	3
29	Розрахунок електронних та топологічних індексів хімічних	3

	сполук. Метод кількісних співвідношень структура –активність. Індивідуальне завдання.	
30	Математичні моделі в хімічній екології. Динаміка розповсюдження хімічних речовин у навколишньому середовищі.. Індивідуальне завдання.	3

6. Самостійна робота

Назва теми	Кількість Годин	
	ср	пір
Тема 1. Загальна характеристика проблем контролю довкілля. Загальні свідомості про техніку аналізу. Дистильована, деіонізована та бідистильована вода. Одержання та контроль якості. Лабораторний посуд. Матеріали для виготовлення посуду та їхні властивості. Скло, кераміка, вогнетриви, полімерні матеріали, метали та сплави. Методи очищення посуду. Терези та вимоги до їхнього устаткування і використання. Правила зважування. Приведення маси тіла до вакууму. Мірчий посуд. Використовування, калібрування та повірка. Вимірювання та контроль температур. Типи термометрів. Калібрування та повірка термометрів. Вимірювання тиску. Типи манометрів та барометрів і правила їх використання.	6	
Тема 2. Основні методи очищення та концентрування речовин. Методи подрібнення і змішування. Фільтруючі матеріали. Фільтрування при звичайному тиску, у вакуумі, в атмосфері інертного газу. Фільтрування та очищення газів. Дистиляція – загальні поняття та вимоги. Дистиляція з водяною парою, при атмосферному тиску та у вакуумі, роторне випаровування. Загальні поняття екстракції. Екстрагування твердих речовин та рідин. Холодна та гаряча екстракція. Кристалізація, перекристалізація та висолювання. Сублімація та вакуумна сублімація. Зонна плавка та зонна сублімація. Діаліз та електродіаліз. Іонний обмін та його застосування. Стислий огляд хроматографічних методів.	8	
Тема 3. Методи осушення та кондиціонування речовин. Висушування газів, твердих речовин та рідин. Осушувачі та їх характеристики. Використання низьких та високих температур. Застосування вакууму. Гігостатування. Найпростіші методи контролю чистоти речовин. Пікнометрія. Рефрактометрія. Кондуктометрія. Визначення температур топлення (кристалізації) та кипіння.	8	
Тема 4. Класифікація помилок. Види систематичних помилок та засоби їх виключення. Випадкові помилки. Основні поняття математичної статистики. Статистика малих вибірок. Статистична обробка результатів аналізу. Відбраковування результатів аналізу. Аналіз як процедура. Етапи аналізу та джерела помилок. Правила відбору проб. Відбір проб сипких та рідких тіл. Етапи складання проб.	8	
Тема 5. Спектральні методи аналізу. Основні поняття та класифікація. Фізичний зміст спектрів поглинання, випромінювання та розсіювання. Види руху в молекулах та типи	8	

молекулярних спектрів. Принцип Франка-Кондона. Класифікація електронних переходів в молекулах. Використання спектрів поглинання з метою якісного та кількісного аналізу. Основні характеристики світлопоглинання. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектри та природа хімічного зв'язку. Спектроскопічне визначення фізико-хімічних параметрів молекул. Техніка молекулярної спектроскопії. Основні вузли спектральних приборів та їх призначення. Емісійна фотометрія, фотометрія полум'я. Особливості, загальна характеристика, практичне застосування. Специфіка аналізу об'єктів довкілля.		
Тема 6. Знайомство із спектральними приборами КФК-3 та СФ-46. Юстировка по довжині хвилі та фону світла. Калібрування приборів по стандартах оптичної густини. Вимірювання кюветної різниці.	3	
Тема 7. Спектрофотометричне визначення Fe^{3+} у воді водогону роданідним методом, з сульфосаліциловою кислотою у кислому та лужному середовищах. Обробка результатів аналізу. Метрологічне порівняння методик.	4	
Тема 8. Фотометричне визначення Cu^{2+} за допомогою різних аналітичних реагентів. Концетрування мікродомішок Cu^{2+} та їх подальше визначення. Метрологічне порівняння методик.	4	
Тема 9. Визначення аніонів I^- у кам'яній і йодованій солях, розсолах та інших природних і харчових продуктах за допомогою різних методик.	4	
Тема 10. Визначення аніонів PO_4^{3-} у водах та напоях різноманітними методами.	4	
Тема 11. Визначення аніонів NO_3^- у водах, напоях та харчових продуктах за різними методиками. Метрологічне порівняння фотометричних та іонометричних визначень.	4	
Тема 12. Визначення аніонів NO_2^- у м'ясних та ковбасних виробках. Метрологічне порівняння фотометричного та іонометричного визначень.	4	
Тема 13. Введення. Предмет та задачі хімічної екології. Математичні методи, які застосовуються у хімічній екології. Основні поняття необхідного математичного апарату.	3	
Тема 14. Інформаційні технології у хімічній екології. Використання мережі Інтернет. Уявлення про бази даних	4	
Тема 15. Математико-статистичні методи у хімічній екології. Основні поняття теорії ймовірностей та математичної статистики. Первинна статистична обробка даних. Статистичне оцінювання параметрів. Статистичні критерії.	4	
Тема 16. Дослідження залежностей. Основні поняття кореляційного аналізу. Основні поняття регресійного аналізу. Вибір вигляду функції регресії. Уявлення о статистичном аналізі авторегресійних динамічних залежностей.	4	
Тема 17. Уявлення о плануванні експерименту. Елементи дисперсійного и ковариційного аналізів.	4	

Тема 18. Класифікація та зниження розмірності. Дискримінантний аналіз. Кластерний аналіз. Метод головних компонент. Моделі та методи факторного аналізу. Багатовимірне шкалювання.	4	
Тема 19. Інші методи аналізу даних. Розвідковий аналіз даних. Уявлення про нейронні мережі.	4	
Тема 20. Математичні моделі у хімічній екології. Метод кількісних відношень структура –активність. Електронні та топологічні індекси.	4	
Тема 21. Динаміка розповсюдження хімічних речовин у навколишньому середовищі. Основные понятия гідродинаміки.	4	
Тема 22. Ознайомлення з математичними програмними пакетами. Рішення рівнянь. Електронні таблиці.. Індивідуальне завдання.	4	
Тема 23 Використовування мережі Інтернет. Уявлення про бази даних. Індивідуальне завдання.	4	
Тема 24. Ознайомлення зі статистичними програмними пакетами. Аналіз розподілень. Первинна статистична обробка даних. Статистичне оцінювання параметрів. Індивідуальне завдання.	4	
Тема 25. Дослідження залежностей. Розрахунок коефіцієнтів кореляції. Регресійний аналіз. Вибір вигляду функції регресії. Розрахунок параметрів. Індивідуальне завдання.	4	
Тема 26. Перевірка статистичних гіпотез. Дісперсійний аналіз. Індивідуальне завдання.	4	
Тема 27. Ознайомлення з методами класифікації та зниження розмірності. Дискримінантний аналіз. Кластерний аналіз. Метод головних компонент. Моделі та методи факторного аналізу. Багатовимірне шкалювання. Індивідуальне завдання.	4	
Тема 28. Розвідковий аналіз даних. Уявлення про нейронні мережі. Індивідуальне завдання.	4	
Тема 29. Розрахунок електронних та топологічних індексів хімічних сполук. Метод кількісних співвідношень структура – активність. Індивідуальне завдання.	4	
Тема 30. Математичні моделі в хімічній екології. Динаміка розповсюдження хімічних речовин у навколишньому середовищі.. Індивідуальне завдання.	4	

7. Методи навчання

Лекції, виконання лабораторних і практичних робіт, самостійна робота, виконання розрахункових завдань на комп'ютері.

8. Методи контролю

Співбесіда за темами лабораторних та практичних робіт, екзамен.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота				Підсумковий семестровий контроль (іспит)	Сума
Модуль 1	Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4	40	100
Теми 1 - 5	Теми 6 - 12	Теми 13 -21	Теми 22- 30		
	Виконання та захист лабораторних робіт (30)		Виконання та захист практичних робіт (30)		

Для зарахування модуля 2 і модуля 4 студент має набрати не менше, ніж 50% балів за кожною з тем 6 – 12 та 22-30. Для зарахування іспиту студент повинен виконати всі лабораторні та практичні роботи і набрати не менше 20 балів за письмовий іспит.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
80-89	B	добре
70-79	C	
60-69	D	задовільно
50-59	E	
1-49	FX	незадовільно

10. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Монографії, наукові статті, методики.
3. Документація до програмного забезпечення.
4. Описи до виконання лабораторних робіт.

11. Рекомендована література

Базова

1. Уильямс У.Дж. Определение анионов.-М.;Химия.1982.-624с.
2. Бабко А.К., Пилипенко А.Т. Фотометрический анализ. Методы определения неметаллов.-М.;Химия,1974.360с.
3. Санитарно-гигиенические методы исследования пищевых продуктов и воды./Под ред.Г.С.Яцулы.-К.;Здоровье,1991.-288с.
4. Лурье Ю.Ю.,Рыбникова А.И.Химический анализ производственных сточных вод.-М.;Химия,1984.-336с.
5. Purification of Laboratory Chemicals. / W.L.F.Armarego, C.Chai.-//: Elsevier Science, 2009. - 752 p.
6. Кунце У, Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа .-М.: Мир, 1997.-424с.
7. Аноганикум: В 2-х т. Т. 2. /Под ред. Л. Кольдица. -М.: Мир, 1984. -632с.
8. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. –М.: Мир, 1994. –268 с.
9. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ. –М.: «Химия», 1973. –717 с.
10. Лабораторная техника органической химии./Под ред. Б.Кейла. –М.: Мир, 1966. –751 с.

Допоміжна

1. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений.-М.;Химия,1975.-360с.
2. Эггинс Б.. Химические и биологические сенсоры. -М.;Техносфера, 2005. -336с.
3. Инструментальные методы анализа функциональных групп органических соединений. /Под ред. С.Сиггя.-М.;Мир,1974.-464с.
4. Основы современного электрохимического анализа /Г.К.Будников, В.Н.Майстренко, М.Р.Вяселев. -М.: Мир, 2003. –592с.
5. А.В.Кравченко, В.А.Стародуб, В.В.Медведев, А.В.Хоткевич, О.Н.Кажева. Проводящие катион-радикальные соли фульваленов с гексавольфрамат- анионом. Укр. Хим. Журн., 2012, Т. 78, №2, с. 72 – 74.
6. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное изд.-С.А.Айвазян, И.С.Енюков, Л.Д.Мешалкин.-М.: Финансы и статистика, 1983.-471 с.
7. Прикладная статистика: Исследование зависимостей. Справочное изд.-С.А.Айвазян, И.С.Енюков, Л.Д.Мешалкин.-М.: Финансы и статистика, 1985.-487 с.
8. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. Справочное изд.-С.А.Айвазян, В.М.Бухштабер, И.С.Енюков, Л.Д.Мешалкин.-М.: Финансы и статистика, 1989.-607 с.
9. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Дж.-О.Ким, Ч.У.Мьюллер, У.Р.Клекка и др. -М.: Финансы и статистика, 1989.-215 с.
10. Дж.М.Смит Модели в экологии.-М.:Мир, 1976.-183 с.
11. Математические методы в экологии и генетике.-М: Наука 1981. 176 с.
12. Иванов В.В., Слета Л.А. Расчетные методы прогноза биологической активности органических соединений: Учебно-методическое пособие.-Харьков: ХНУ, 2003.-76 с.
13. Химическая гидродинамика: Справочное пособие -А.М.Кутепов, А.Д.Полянин, З.Д. Запранов, А.В. Вязьмин, Д.А.Казенин.-М.: БюроКвантум, 1996.-336 с.
14. В.Дюк, А.Самойленко Data Mining. Учебный курс Изд: Питер, 2001.-368с.
11. Ian H. Witten, Eibe Frank and Mark A. Hall Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. — 3rd Edition. — Morgan Kaufmann, 2011. — P. 664.