

## РАЗДЕЛ. 1. Характеристика учебных занятий.

### 1.1. Цели и задачи учебных занятий:

В процессе учебных занятий достигаются следующие цели: освоение, обновление, систематизация и углубление знаний теоретических основ физических и физико-химических методов количественного химического анализа; знакомство с основными тенденциями развития инструментальных методов анализа; приобретение, закрепление и усовершенствование обучающимися практических навыков работы на современном аналитическом оборудовании.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач учебных занятий:

- систематизированное изложение и объяснение теоретических основ физических и физико-химических методов количественного химического анализа;
- рассмотрение относительных достоинств и недостатков различных инструментальных методов анализа;
- рассмотрение принципов работы приборов и оборудования для проведения количественного химического анализа и возможности их модернизации;
- привитие навыков работы на современном аналитическом оборудовании.

Полученные в период обучения знания и приобретенный опыт должны повысить профессиональный уровень (квалификацию) специалистов по наиболее важным разделам аналитической химии.

### 1.2. Требования к подготовленности обучающего к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты).

Для успешного освоения настоящей учебной дисциплины слушатели должны быть знакомы с основами неорганической, органической, физической и аналитической химии, владеть техникой выполнения аналитического и физико-химического эксперимента, иметь первичные навыки работы на персональном компьютере.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes):** совершенствование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности специалиста-химика в области физико-химических методов анализа:

ДК-1. способность и готовность к выбору и совершенствованию методик проведения инструментального количественного химического анализа;

ДК-2. способность и готовность к самостоятельному планированию и проведению инструментального количественного химического анализа.

## **Знания, умения, навыки, осваиваемые обучающимся:**

### **Обучающийся должен иметь представление:**

- об истории развития инструментальной аналитической химии;
- об основных тенденциях развития современной аналитической химии.

### **Обучающийся должен знать:**

- определения основных терминов и понятий, используемых в аналитической химии;
- классификацию и область применения основных физических и физико-химических методов количественного химического анализа;
- принципиальные схемы, основные узлы и характеристики современного аналитического оборудования;
- достоинства и недостатки различных инструментальных методов химического анализа;
- основы метрологии количественного химического анализа.

### **Обучающийся должен уметь:**

- выбрать методику инструментального количественного химического анализа;
- планировать количественный химический анализ;
- трактовать данные количественного химического анализа.

### **Обучающийся должен отработать навык:**

- проведения пробоподготовки реальных объектов для дальнейшего количественного химического анализа;
- проведения градуировки аналитического оборудования;
- обработки данных количественного химического анализа;
- проведения текущего обслуживания аналитического оборудования.

## **1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий:**

### **Активные формы обучения:**

- изложение теоретического материала с использованием электронной версии курса лекций;
- проведение лабораторных работ с использованием современного аналитического оборудования.

### **Интерактивные формы:**

- представление каждым обучающимся реальных аналитических задач, с которыми он сталкивается в своей лабораторной практике;

- совместный разбор и активное участие каждого слушателя при обсуждении представленных задач.

## Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

### 2.1. Организация учебных занятий

#### 2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																	
Период обучения (модуль)	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам.раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)		
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>																	
<b>очная форма обучения</b>																	
Семестр 1	38				32					2							2
	6-12				6-12					6-12							
<b>ИТОГО</b>	<b>38</b>				<b>32</b>					<b>2</b>							<b>2</b>

Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации			
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>			
<b>очная форма обучения</b>			
Семестр 1			экзамен

### 2.2. Структура и содержание учебных занятий

#### Основной курс      Основная траектория      Очная форма обучения

Период обучения (модуль): Семестр 1

№№ п/п	Название темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Введение	лекций	1
2	Общие сведения о физических и физико-химических методах определения веществ	лекций	1
3	Электрохимические методы анализа	лекций	8

		лабораторных работ	8
4	Методы анализа, основанные на взаимодействии вещества с электромагнитным излучением	лекций	20
		лабораторных работ	16
5	Методы разделения и концентрирования. Гибридные методы анализа. Хроматография.	лекций	8
		лабораторных работ	8
6	Итоговая аттестация	аудиторная	2

**Введение.** Аналитическая химия как наука, изучающая характеристические свойства веществ, являющиеся проявлением их химического состава, и создающая методы химического анализа. Основные направления развития аналитической химии. Прямые и гибридные методы определения веществ. Элементный, молекулярный и фазовый анализ.

**Общие сведения о физических и физико-химических методах определения веществ.** Классификация методов по основополагающим характеристическим свойствам и условия их проявления. Аналитический сигнал как измеряемая величина проявления характеристического свойства. Преобразование в электрический сигнал. Относительность аналитических измерений. Метод градуировочного графика и метод добавок. Стандарты. Основные метрологические характеристики методов количественного анализа: чувствительность, воспроизводимость, правильность.

**Электрохимические методы анализа.** Электрохимическая цепь, происходящие в ней электрохимические процессы и их информативность. Равновесные и неравновесные процессы и соответствующие им методы химического анализа. Потенциометрические методы. Способы измерения разности потенциалов: компенсационный и некомпенсационный. Типы электродов и возможности их аналитического применения. Водородный электрод. Электроды сравнения. Мембранные электроды и принципы их функционирования. Электродная функция, область ее линейности. Понятие селективности. Коэффициент селективности и его определение. Уравнение Нернста-Никольского. Время отклика. Стекланные, кристаллические и жидкие мембраны и их специфические особенности. Биосенсоры, их применение. Потенциометрическое титрование. Преимущества и недостатки потенциометрических методов. Техника выполнения потенциометрических измерений. Основные ошибки пользователей. Кондуктометрия. Факторы, определяющие электропроводность растворов электролитов. Аналитические следствия. Удельная электропроводность растворов и специфические особенности ее измерения. Области аналитического применения кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Кулонометрия. Электролиз растворов. Законы Фарадея. Условия, при которых проявляются аналитические следствия законов Фарадея. Схема кулонометрического анализа. Кулонометрия при постоянном потенциале. Кулонометрия при постоянной силе тока, кулонометрическое титрование. Области применения кулонометрических методов. Вольтамперометрия. Поляризация электродов: концентрационная и кинетическая. Электроды идеально поляризуемые и идеально неполяризуемые. Теоретические основы вольтамперометрии. Уравнение Нернста-Гейровского, уравнение Ильковича. Схема регистрации вольтамперограмм. Процессы, влияющие на

характер зависимости силы тока от разности потенциалов, приложенной к электрохимической ячейке. Полярография. Ртутный капаящий электрод, его преимущества по сравнению с другими типами индикаторных электродов. Качественный и количественный полярографический анализ. Прямая, инверсионная и косвенная вольтамперометрия. Области применения. Ошибки в проведении вольтамперометрических измерений.

Лабораторная работа № 1 «Определение жесткости воды методом потенциометрического титрования»

Лабораторная работа № 2 «Определение содержания тяжелых металлов (свинца и кадмия) в пробах зерна методом инверсионной вольтамперометрии»

**Методы анализа, основанные на взаимодействии вещества с электромагнитным излучением.** Классификация методов. Элементный спектральный анализ. Природа атомных спектров. Основное и возбужденные состояния атома. Спектры излучения и спектры поглощения. Причины уширения спектров. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС). Теоретические основы метода. Источники возбуждения и способы регистрации спектров. Фотометрия пламени, дуговая и искровая спектроскопия, индукционно-связанная плазма. Спектральные и физико-химические помехи в АЭС. Принципиальная схема прибора для АЭС. Аналитические возможности метода в зависимости от способов возбуждения атомов. Применение АЭС в анализе. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Теоретические основы метода по Уолшу. Способы атомизации и источники излучения. Разновидности метода: пламенная и электротермическая ААС. Способы коррекции неселективного излучения: дейтериевая, Зеемановская, Смита-Хифти. Гидридная техника. Принципиальная схема спектрометра для ААС. Особенности ААС-определения элементов в различных объектах. Сравнительная оценка аналитических возможностей атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии.

Возбуждение рентгеновского характеристического излучения, систематика рентгеновских спектров. Оже-эффект, выход флуоресценции. Тормозное излучение. Реальные спектры рентгеновских трубок и радиоизотопов. Взаимодействие рентгеновских фотонов с веществом (закон ослабления, коэффициент ослабления, фотоэлектрическое поглощение, когерентное и некогерентное рассеяние). Дифракция рентгеновского излучения, закон Брегга-Вульфа. Преломление, полное внешнее отражение. Поляризация рассеянного излучения. Рентгеновские методы анализа (классификация и применение). Разновидности рентгеноспектрального анализа. Способы регистрации и разложения рентгеновского излучения в спектр. Типы рентгеновских детекторов (принципы действия пропорциональных, сцинтилляционных и полупроводниковых детекторов, разрешение и эффективность, области применения). Волново- и энергодисперсионные спектрометры. Блок-схема кристалл-дифракционного спектрометра, двойная селекция излучения, настройка измерительного канала. Методы разложения рентгеновского излучения в спектр. Вторичный спектр пробы. Фон, полезный сигнал. Погрешности рентгеноспектральных измерений, аппаратурная погрешность и ее оценка. Основная формула РФА и ее анализ. Матричные эффекты. Расчет содержаний элементов - способы РФА: внешнего стандарта, добавок, внутреннего стандарта, стандарта-фона, фундаментальных параметров ( $\mu$ -коррекция), теоретических поправок ( $\alpha$ -коррекция), эмпирические уравнения.

Молекулярный спектральный анализ. Природа молекулярных спектров. Процессы возбуждения молекул и перехода из возбужденного состояния в основное. Абсорбционная молекулярная спектрометрия в видимой и УФ области. Основной закон светопоглощения. Выбор условий образования окрашенного комплекса фотометрирования. Принципиальная схема прибора для молекулярной спектрометрии. Фото- и спектрофотометрия и их аналитическое применение. Основные ошибки пользователей. Люминесцентные методы. Природа люминесценции и способы ее индуцирования. Флуоресценция и фосфоресценция. Спектры люминесценции. Связь интенсивности флуоресценции и концентрации. Факторы, влияющие на интенсивность, причины ту-

шения люминесценции. Закон Стокса, правило Левшина. Принципиальная схема флуориметра. Возможности люминесцентных методов и области их применения.

Лабораторная работа № 3 «Практические основы атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного анализа»

Лабораторная работа № 4 «Определение содержания общего железа в питьевой воде методом спектрофотометрии»

Лабораторная работа № 5 «Практика рентгенофлуоресцентного анализа»

### **Методы разделения и концентрирования. Гибридные методы анализа.**

**Хроматография.** Разделение и концентрирование как стадии химического анализа. Классификация методов разделения. Принципы объединения методов разделения и определения в гибридных методах анализа. Основные характеристики методов разделения и концентрирования: коэффициент разделения (концентрирования), степень извлечения. Методы разделения, основанные на различиях в распределении веществ между фазами. Основные характеристики: изотерма распределения, коэффициент разделения и селективности. Хроматографические методы разделения и хроматографические методы анализа. Хроматография как способ осуществления процессов межфазного распределения веществ, варианты сочетания фаз и соответствующие им хроматографические методы. Схемы осуществления хроматографического процесса. Основные характеристики хроматограмм: время и объем удержания, ширина пиков, разрешение пиков. Развитие теории хроматографического процесса: тарелочная и кинетическая теории. Колоночная, капиллярная и тонкослойная хроматография. Основные факторы, влияющие на эффективность хроматографического разделения веществ. Классическая и высокоэффективная хроматография. Хроматографические методы анализа. Принципы сочетания хроматографических методов разделения и методов детектирования в потоке. Схема хроматографа. Газовая и жидкостная хроматография. Применение хроматографии в анализе. Основные задачи, решаемые хроматографическими методами в зависимости от сочетания фаз.

Лабораторная работа № 6 «Определение хлорорганических пестицидов в воде методом газо-жидкостной хроматографии»

Лабораторная работа № 7 «Определение сорбиновой и бензойной кислот в напитках методом ВЭЖХ»

## **Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

### **3.1. Методическое обеспечение**

#### **3.1.1. Методическое обеспечение по освоению дисциплины**

На первом занятии обучающимся предоставляется раздаточный материал, подготовленный преподавателем.

- Презентации лекций.
- Учебные пособия и литература по занятиям.
- Видео-уроки.

#### **3.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Не предусмотрено.

#### **3.1.3. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Контроль успеваемости и качества усвоения учебного материала заключается в проведении итоговой аттестации в форме экзамена по окончанию обучения в виде те-

стирования. Критерии оценки: «отлично» – 100-81% правильных ответов, «хорошо» – 80-61%, «удовлетворительно» – 60-41%.

### **3.1.4. Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства).**

Методические материалы для текущего контроля успеваемости и итоговой аттестации включают:

- перечень вопросов для итоговой аттестации;
- задания в форме тестов.

#### **Примерный перечень тем для итоговой аттестации:**

1. Классификация методов химического анализа
2. Потенциометрические методы анализа
3. Вольтамперометрические методы анализа
4. Атомно-эмиссионная спектроскопия
5. Атомно-абсорбционная спектроскопия
6. Рентгеновские методы анализа
7. Молекулярный спектральный анализ
8. Газовая хроматография
9. Высокоэффективная жидкостная хроматография
10. Основы метрологии в аналитической химии

#### **Примерный вариант заданий в тестовой форме:**

**ВЫБЕРИТЕ 1 ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ:**

1. Метод определения элементного состава веществ, основанный на регистрации атомного спектра излучения анализируемой пробы после ее атомизации и возбуждения атомов – это ...

Варианты ответов:

- A. атомно-абсорбционный спектральный анализ.
- B. атомно-эмиссионный спектральный анализ.
- C. рентгено-флуоресцентный анализ.
- D. спектрофотометрия.

2. Наименее токсичным электродом сравнения является:

Варианты ответов:

- A. каломельный.
- B. хлорсеребряный.
- C. таламидный.
- D. Ни один из перечисленных электродов не является токсичным.

3. Ложным утверждением является:

Варианты ответов:

- A. Полярграфия – одна из разновидностей вольтамперометрии, в которой в качестве индикаторного используется ртутный капаяющий электрод.
- B. Вольтамперометрия – это равновесный электрохимический метод.
- C. Инверсионная вольтамперометрия является одним из наиболее чувствительных методов анализа.
- D. Все утверждения верны.

4. В практике атомно-эмиссионного спектрографического анализа дуговой электрической разряд обычно НЕ используется для анализа:

Варианты ответов:

- A. стекла.
- B. горных пород.
- C. сталей.
- D. минералов.

5. В атомно-абсорбционном анализе не используется:

Варианты ответов:

- A. пламенная атомизация.
- B. электротермическая атомизация.
- C. индуктивно-связанная плазма.
- D. метод холодного пара.

6. В качестве детектора в состав рентгеновского флуоресцентного спектрометра может входить:

Варианты ответов:

- A. пропорциональный счётчик.
- B. сцинтилляционный счётчик.
- C. полупроводниковый детектор.
- D. Все перечисленные варианты ответов верны.

7. Выражением закона Бугера-Ламберта-Бера является:

Варианты ответов:

- A.  $A = \lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon Cl$
- B.  $E = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln a_i$
- C.  $A = \lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon C$
- D.  $A = \lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon ClR$

8. Выберите тип газохроматографического детектора, который не является универсальным:

Варианты ответов:

- A. Катарометр.
- B. Электрозахватный.
- C. Плотномер.
- D. Масс-спектрометрический.

9. неполярным растворителем является:

Варианты ответов:

- A. Изопропанол.
- B. Гексан.
- C. Ацетон.
- D. Тетрагидрофуран.



10. Степень близости среднего значения, полученного из большой серии результатов измерений, к истинному (или в его отсутствии принятому опорному) значению измеряемой величины – это ...

Варианты ответов:

- A. Правильность.
- B. Точность.
- C. Воспроизводимость.
- D. Прецизионность.

### 3.1.5. Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса (анкета установленного СПбГУ образца)

#### Примерная анкета-отзыв по преподаванию дисциплины

«Физические и физико-химические методы и средства количественного химического анализа»

(может размещаться на веб-странице кафедры или Интернет-групп общения, создаваемых преподавателями и обучающимися)

Просим Вас заполнить анонимную анкету-отзыв по пройденному Вами курсу. Обобщенные данные анкет будут использованы для совершенствования преподавания. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (**обведите** выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. *Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий \_\_\_\_\_

2. *Насколько Вы удовлетворены формами преподавания?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий \_\_\_\_\_

3. *Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных учебно-методических материалов?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий \_\_\_\_\_

4. *Насколько Вы удовлетворены использованием преподавателями интерактивных и активных методов обучения?*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий \_\_\_\_\_

5. *Какие из тем дисциплины Вы считаете наиболее полезными, ценными с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?*

6. *Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?*

СПАСИБО!

### 3.2. Кадровое обеспечение

### **3.2.1. Образование и (или) квалификация преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К чтению лекций должны привлекаться только преподаватели, имеющие ученую степень, ученое звание, стаж работы более 5 лет.

Преподаватели, проводящие практические занятия и лабораторные работы, должны иметь высшее химическое образование, знать и владеть методикой преподавания химической дисциплины, знать содержание учебной дисциплины и владеть навыками, обязательными к освоению слушателями.

### **3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Требуется учебно-вспомогательный персонал лаборатории Центра дополнительных образовательных программ по направлению химия и приборных залов образовательного ресурсного центра по направлению химия.

## **3.3. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

### **3.3.1. Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Аудитории для лекций и семинаров должны иметь мультимедийный проектор и экран, достаточное количество посадочных мест (не менее 12).

Для проведения практических занятий и лабораторных работ – специально оборудованное лабораторное помещение.

### **3.3.2. Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Аудитории для лекций и семинаров должны иметь неспециализированный компьютер с программным обеспечением общего пользования для показа иллюстративного материала в формате «Power Point», совместимый мультимедийный проектор и экран, доску, мел (или набор фломастеров для доски), а также хозяйственный инвентарь: вешалку-стойку для верхней одежды, бочок для мусора.

### **3.3.3. Характеристики специализированного оборудования**

Для проведения лабораторных работ практикум должен быть полностью оснащен необходимым оборудованием: вытяжным шкафом, дистиллятором, электронными весами, электронагревательной плиткой, химической посудой.

Выполнение лабораторных работ требует использования следующего аналитического оборудования:

- анализатор вольтамперометрический TA-Lab (ООО «НПП "Томьаналит"», Россия);
- автоматический потенциометрический титратор АТП-02 (ЗАО «Аквилон», Россия);

- атомно-абсорбционный спектрофотометр с двойной системой атомизации (пламенная и электротермическая) AA-7000 («SHIMADZU», Япония);
- оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой ICPE-9000 («SHIMADZU», Япония);
- энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр EDX-800P («SHIMADZU», Япония);
- спектрофотометр СФ-102 (ООО "НПО Интерфотофизика", Россия);
- жидкостный хроматограф «Стайер» (ЗАО «Аквилон», Россия);
- газовый хроматограф «Хроматэк-Кристалл 5000» (ЗАО СКБ "Хроматэк", Россия).

Вспомогательное оборудование: деионизатор, устройство для фильтрации и дегазации подвижной фазы, установка для твердофазной экстракции, ротационный испаритель, центрифуга, ультразвуковая ванна, микроволновая система минерализации, иономер.

#### **3.3.4. Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специализированное программное обеспечение не предусмотрено.

#### **3.3.5. Перечень и объём требуемых расходных материалов**

##### **3.3.5.1 Хозяйственный инвентарь**

1. Полотенца бумажные, 3 уп.
2. Мыло туалетное жидкое с диспенсером, 1 фл.
3. Пакеты для мусора (20-30л), 1 рулон
4. Вешалка-стойка для одежды, 1 шт.
5. Бочок для мусора, 1 шт.

##### **3.3.5.2 Расходные материалы к оргтехнике, канцтовары**

1. Картриджи для лазерного принтера, 1 шт.
2. USB-устройства флэш-памяти емк. 16Гб, 2 шт.
3. Бумага для ксерокопирования и лазерного принтера формата А4, 2 пачки
4. Степлер 20 листов, 1 шт.
5. Набор мелков цветных, 2 кор.
6. Корректирующая жидкость, 1 флакон
7. Папки-файлы прозрачные, 50 шт.
8. Скоросшиватели, 20 шт.
9. Скотч прозрачный (лента клейкая) 20 мм., 1 рулон
10. Скотч прозрачный (лента клейкая) 60 мм., 1 рулон
11. Скрепки канцелярские, 1 кор.
12. Клей канцелярский, 1 шт.
13. Скобы для степлера 24/6, 1 кор.

14. Фломастеры цветные водорастворимые для доски, набор, 2 шт.
15. Губки для доски, 2 шт.
16. Диски DVD-R, 15 шт.

### **3.3.5.3 Расходные материалы к лабораторному оборудованию, реактивы**

Расходные материалы к анализатору вольтамперометрическому ТА-Lab:

1. Комплект посуды и электродов для определения цинка, кадмия, свинца и меди, 1 шт.

Расходные материалы к автоматическому потенциометрическому титратору АТП-02:

1. Кальций-селективный электрод, 1 шт.
2. Хлорсеребряный электрод сравнения, 1 шт.

Расходные материалы к атомно-абсорбционному спектрофотометру АА-7000:

1. Графитовая кювета с пиропокрытием, 2 шт.

Расходные материалы к жидкостному хроматографу «Стайер»:

1. Комплект манжет к насосу серии П, 1 шт.
2. Колонка С18 диаметр 4 мм, 1 шт.
3. Предколонка (картридж) С18, 2 шт.
4. Шприц дозирующий 100 мкл, 1 шт.
5. Шприц пластиковый 25 мл Luer-Lock, 1 шт.
6. Фильтрующие насадки на шприцы Nylon, 10 шт.

Расходные материалы к газовому хроматографу «Хроматэк-Кристалл 5000»:

1. Капиллярная колонка ZB-5, 1 шт.
2. Шприц дозирующий 1 мкл, 1 шт.
3. Септа (мембрана испарителя), 2 шт.
4. Лайнер для испарителя капиллярного со стекловолокном, 1 шт.
5. Виала (2мл, прозрачное стекло, с завинчивающейся крышкой и септой PTFE/Sil), 10 шт.
6. Септа для виалы 2мл (PTFE/Sil, 8мм), 20 шт.

Расходные материалы ко вспомогательному оборудованию:

1. Набор мембранных фильтров диаметром 0,45 мкм для устройства фильтрации и дегазации подвижной фазы, 1 шт.

2. Набор картриджей для деионизатора, 1 шт.
3. Картриджи для твердофазной экстракции C18, 5 шт.

Реактивы:

1. Изопропиловый спирт «осч» (бутылка, стекло темное), 500 мл.
2. Ацетонитрил «осч» или «для ВЭЖХ» (бутылка, стекло темное), 2 л.
3. Ортофосфорная кислота «осч», 50 мл.
4. Бензойная кислота «хч», 2 г.
5. Сорбиновая кислота «хч», 2 г.
6. Альфа-ГХЦГ, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
7. Бета-ГХЦГ, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
8. Гамма-ГХЦГ, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
9. Альдрин, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
10. ДДТ, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
11. ДДД, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
12. ДДЭ, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
13. Гексахлорбензол, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
14. Гептахлор, не менее 90% основного вещества или ГСО, 0,25 г.
15. Гидроксид натрия «хч», 5 г.
16. Натрий углекислый безводный «хч», 100 г.
17. Натрий углекислый кислый «хч», 100 г.
18. Натрий фтористый «хч», 5 г.
19. Калий хлористый «хч», 5 г.
20. Калий азотнокислый «хч», 5 г.
21. Калий фосфорнокислый однозамещенный «хч», 5 г.
22. Калий сернокислый «хч», 5 г.
23. Азот газообразный в баллоне «осч», 40 л.
24. Серная кислота «хч», 1 л.
25. Спирт этиловый ректифицированный, 200 мл.
26. ГСО ионов цинка (II) концентрацией 1г/л, 1 шт.
27. ГСО ионов кадмия (II) концентрацией 1г/л, 1 шт.
28. ГСО ионов свинца (II) концентрацией 1г/л, 1 шт.
29. ГСО ионов меди (II) концентрацией 1г/л, 1 шт.
30. Азотная кислота «хч», 50 мл.
31. Стандарт-титр сульфата магния 0,1N, 2 шт.
32. Стандарт-титр трилона Б 0,1N, 2 шт.
33. Аммоний хлористый «чда», 250 г.

34. Аммиак водный, 25%-ный раствор «осч», 300 мл.
35. Калий хлористый «хч», 80 г.
36. Кальций хлористый двухводный «чда», 5 г.
37. Железоаммонийные квасцы «чда», 2 г.
38. Соляная кислота плотностью 1,19 г/мл «хч», 4 мл.
39. Сульфосалициловая кислота «чда», 40 г.

Конкретный перечень расходных материалов формируется ежегодно в соответствии с наполняемостью групп и их фактическим расходом.