

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра аналитической химии



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

2017 г.

**Рабочая программа учебной дисциплины**

**«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА  
ПРИРОДНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ОБЪЕКТОВ»**

Направления подготовки:	04.04.01 Химия
Магистерская программа:	химия
Программа подготовки:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная

Донецк 2017

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета

А.В. Белый

« 27 » июня 2017 г.



Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. № 1042.

Программа учебной дисциплины «Современные методы анализа природных и промышленных объектов» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «20» апреля 2016 г. № 459, зарегистрированного в Министерстве юстиции ДНР от 17 мая 2016 г. № 1277, «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР 07 августа 2015 г. № 380 (с изменениями и дополнениями от 30 октября 2015 г. № 750), учебного плана по направлению подготовки 04.04.01 Химия (Магистерская программа: Химия), утвержденного Ученым Советом Университета от 31.03.2017 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 77/05 от 06.05 2017 г.).

Разработчик:

Кандидат химических наук,  
Доцент кафедры аналитической  
химии

Симонова Т.Н. Симонова

Кандидат химических наук,  
Доцент кафедры аналитической  
химии

А.Н. Рокун А.Н. Рокун

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии.

Протокол № 25 от «12» июня 2017 г.  
Заведующий кафедрой

А.С. Алемасова А.С. Алемасова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 8 от «14» июня 2017 г.  
Председатель учебно-методической  
комиссии химического факультета

Яблочкова Н.В. Яблочкова

### 1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе.

Дисциплина «Современные методы анализа природных и промышленных объектов» входит в базовую часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 04.04.01 Химия (магистерская программа: химия).

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической химии.

Этот курс, опираясь на химическую (неорганическая, аналитическая, органическая, физическая химия) подготовку студентов, дает теоретическую и методологическую подготовку в области современных методов анализа природных и промышленных объектов. Полученные знания используются студентами во время выполнения научно-исследовательской работы при написании магистерской диссертации.

### 2. Структура дисциплины

Характеристика учебной дисциплины		
Направление подготовки	04.04.01 Химия	
Магистерская программа	химия	
Программа подготовки	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Форма контроля	2 модульных контроля, 1 зачет, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	5	
Год подготовки	1,2	
Семестр	2,3	
Количество часов	180	
- лекционных	25	
- практических		
- лабораторных	25	
- самостоятельной работы	130	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	7,2	
в т.ч. аудиторных	2	

### 3. Описание дисциплины.

#### Цели и задачи

**Цель изучения дисциплины** – углубить знания студентов по теории и практике химического анализа природных и промышленных объектов, сформировать систему знаний, позволяющую получать достоверную информацию о состоянии окружающей среды, качестве природных и промышленных объектов, дать научную и практическую подготовку в этой области.

#### Задачи дисциплины:

- Познакомить студентов с современными методами, проблемами химического анализа природных и промышленных объектов: объектов окружающей среды, пищевых

продуктов, угля, металлов и сплавов, включая драгоценные металлы, нефти и нефтепродуктов и путей их решения;

- Познакомить студентов с международными и государственными стандартами по методам химического анализа природных и промышленных объектов
- Познакомить студентов с организацией аналитической службы, системой качества на предприятии и аттестацией аналитической лаборатории
- Сформировать систему знаний о принципах и свойствах аналитических сигналов современных методов анализа природных и промышленных объектов, условиях применения на практике;
- Сформировать представления о требованиях, предъявляемых к методам определения аналитов в данных объектах;
- Сформировать представления об особенностях пробоотбора и пробоподготовки объектов окружающей среды, металлов, сплавов, пищевых продуктов, угля, нефтепродуктов и др.;
- Научить самостоятельному составлению задач по анализу различных объектов.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки:

**а) Общекультурные компетенции:**

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2).

**б) Общепрофессиональные компетенции:**

- способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (ОПК-2);
- способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях (ОПК-3);
- готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-4).

**в) Профессиональные компетенции**

- способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии (ПК-2);
- готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований (ПК-3);
- способность участвовать в научных дискуссиях и представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК-4);
- владение навыками составления планов, программ, проектов и других директивных документов (ПК-5);
- способность определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения, брать на себя ответственность за результат деятельности (ПК-6);
- владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных организациях высшего образования (ПК-7).



**В результате изучения данной дисциплины студент должен:**

**1. Знать:**

1. принципы методов анализа природных и промышленных объектов, особенности пробоотбора и пробоподготовки, специфику определения аналитов;
2. природу аналитического сигнала в методах анализа, способы расчета концентраций;
3. международный уровень исследований в области химического анализа, требования к их точности, чувствительности, селективности и др.

**2. Уметь:**

1. выбрать подходящие (рациональные) методы определения аналитов, исходя из свойств аналита, объекта анализа, требований ГОСТ, заказчика и др. работать на современной научной аппаратуре.

**3. Владеть**

1. системой знаний и умений для аналитических исследований;
2. методами поиска научной и технической информации о методах анализа природных и промышленных объектов;
3. навыками получения и обработки аналитических сигналов с применением разной аппаратуры;
4. приемами проверки правильности и воспроизводимости результатов анализа, оценки качества.

**4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса**

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1 «Методы анализа окружающей среды»</b>	
<b>Тема 1.</b> Аналитическая служба. Проверка и аттестация методик химического анализа.	Структура, функции. Организация и аккредитация аналитической лаборатории. Уровни аккредитации. Разработка и аттестация методик анализа. Валидация методик анализа: прецизионность, правильность, селективность, предел определения и др. Исследование устойчивости методики анализа.
<b>Тема 2.</b> Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. GLP – хорошая лабораторная практика.	Обеспечение качества результатов анализа. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Принципы GLP. Внутрिलाбораторный и внешний контроль качества анализа. Контрольные карты, контрольные точки. Политика и система качества в аналитической лаборатории.
<b>Тема 3.</b> Вода как объект анализа	Классификация вод. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей качества вод, вещественный анализ. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам. Автоматизация контроля качества вод. Методы определения обобщенных физических и химических показателей качества воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, щелочности, растворенного кислорода, окисляемости, химического и биохимического потребления кислорода (ХПК и БПК). Биотестирование как способ оценки качества вод. Радиационный контроль. Контроль токсичности воды. Определение индивидуальных неорганических

	<p>компонентов вод: хлоридов, фторидов, нитритов, нитратов, фосфатов, серосодержащих анионов, ионов аммония, щелочных и щелочно-земельных металлов. Определение жесткости воды. Определение свободного хлора. Формы существования тяжелых металлов в водах, Методы определения тяжелых металлов, включая вещественный анализ. Оценка качества питьевой воды. Проблемы анализа воды специального назначения (бутилированная и др.) Природные органические вещества вод. Общая оценка содержания органических веществ: определение органического углерода, азота, фосфора. Основные классы загрязняющих органических веществ: поверхностно-активные вещества, фенолы, нефтепродукты, полиароматические углеводороды, азот-, серо- и фосфорсодержащие пестициды, хлорорганические соединения (хлорсодержащие пестициды, полихлорированные бифенилы, полихлордибензофураны, полихлордибензо-п-диоксины). Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения. Ионметрия и ионная хроматография в анализе вод.</p>
<b>Тема 4.</b> Воздух как объект анализа	<p>Метрологические характеристики в анализе загрязнителей атмосферы. Методы анализа воздуха по государственным и международным стандартам. Мониторинг загрязнения атмосферы. Методы отбора проб воздуха. Определение соединений серы, азота, оксида углерода, озона. Определение аэрозолей, асбеста. Методы определения металлов, органических соединений. Определение радиоактивности. Анализ воздуха жилых помещений. Газоанализаторы для определения примесей в атмосферном воздухе. Автоматические и дистанционные методы в контроле загрязнений воздуха.</p>
<b>Тема 5.</b> Почва как объект анализа	<p>Особенности почвы как объекта окружающей среды. Химический состав почв. Методы отбора и подготовки проб к анализу. Методы интенсификации пробоподготовки. Задачи аналитического контроля. Определение обобщенных показателей: емкости катионного обмена, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, содержания легкорастворимых солей, биологической активности. Определение неорганических компонентов. Анализ водной вытяжки на содержание нитратов, нитритов, хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочно-земельных металлов. Определение тяжелых металлов: валового содержания и подвижных форм. Контроль качества и экологической безопасности почвы по ГОСТ и международным стандартам. Нормирование качества почвы. Контроль физико-химических и обменных характеристик.</p>

<p><b>Тема 6.</b> Пища как объект анализа.</p>	<p>. Основные аналитические проблемы. Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. Методы их извлечения, концентрирования, разделения. Отбор проб, подготовка к анализу. Интенсификация пробоподготовки. Определение компонентов, определяющих пищевую ценность продукта: белков, жиров, углеводов, витаминов, аминокислот и других органических кислот. Оценка безопасности пищевых продуктов: определение токсичных металлов (ртути, мышьяка, свинца, кадмия, олова, меди и др.), нитратов, нитритов, пестицидов, антибиотиков, консервантов, пищевых добавок, N - нитрозоаминов, микотоксинов и др. Влияние фальсификации пищевых продуктов и модифицированных растений на их качество.</p>
<p align="center"><b>Содержательный модуль 2 «Методы анализа технических объектов»</b></p>	
<p><b>Тема 1.</b> Методы анализа угля.</p>	<p>Отбор и подготовка проб угля. Методы химического анализа угля по ГОСТ: определение влажности, зольности, серы, выхода легких продуктов. Автоматические методы контроля угля. Методы определения германия, хрома, ванадия, молибдена, серебра, золота и др. элементов в угольной золе.</p>
<p><b>Тема 2.</b> Методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов).</p>	<p>Основные задачи анализа металлов и сплавов. Способы отделения основы при анализе чугуна, меди, никеля, алюминия. Определение газообразующих веществ – углерода, серы, водорода, кислорода, азота. Определение фосфора и кремния. Определение легирующих добавок в черных металлах и сплавах железа: хрома, марганца, никеля, вольфрама и молибдена. Анализ медьсодержащих сплавов (бронз, латуней), алюминиевых и никелевых сплавов. Определение примесей меди, никеля, цинка, свинца, олова, магния в сплавах цветных металлов. Особенности анализа жаропрочных сплавов, содержащих ниобий, тантал, цирконий, титан. Автоматизированный контроль в цветной и черной металлургии.</p>
<p><b>Тема 3.</b> Нефть и нефтепродукты как объект анализа</p>	<p>Общие свойства и классификация нефти и нефтепродуктов. Методы определения физико-химических параметров основных видов топлива и масел. Методы исследования химического состава нефти и нефтепродуктов. Состояние и проблемы определения микроэлементного состава нефти и нефтепродуктов по международным стандартам. Анализ присадок к топливу и маслам. Проблема выявления фальсификаций бензинов и нефтепродуктов. Государственные и международные стандарты методов определения следов нефти и нефтепродуктов в водах, почвах, донных отложениях, твердых отходах.</p>

Тематический план																								
	Содержательный модуль 1 «Методы анализа окружающей среды»																							
Название содержательных модулей и тем	Количество часов																							
	Очная форма						Заочная форма																	
							на базе высшего образования						на базе среднего профессионального образования						на базе высшего профессионального образования					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа
Тема 1. Аналитическая служба Проверка и аттестация методик химического анализа.	16	2		4	10								–		–									
Тема 2. Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. GLP – хорошая лабораторная практика.	14	2			12																			



<b>Тема 3.</b> Вода как объект анализа	<b>19</b>	3		6	10																	
<b>Тема 4.</b> Воздух как объект анализа	<b>14</b>	2			12							7	1		2	4						
<b>Тема 5.</b> Почва как объект анализа	<b>15</b>	2		3	10																	
<b>Тема 6.</b> Пища как объект анализа.	<b>14</b>	2			12																	
Итого по содержательному модулю 1	<b>92</b>	<b>13</b>		<b>13</b>	<b>66</b>																	

	<b>Содержательный модуль 2 «Методы анализа технических объектов»</b>																					
Название содержательных модулей и тем	Количество часов																					
	Очная форма						Заочная форма															
							на базе высшего образования					на базе среднего профессионального образования					на базе высшего профессионального образования					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				всего	в т.ч.				всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивид. работа
<b>Тема 1.</b> Методы анализа угля	<b>28</b>	4		4	20													1			20	

<b>Тема 2</b> . Методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов).	<b>30</b>	4		4	22														1			20	
<b>Тема 3.</b> Нефть и нефтепродукты как объект анализа	<b>30</b>	4		4	22														1		3	20	
Итого по содержательному модулю 2	<b>88</b>	12		12	64														6		3	60	
Всего часов по модулям	<b>180</b>	<b>25</b>		<b>25</b>	<b>130</b>														6		6	168	

**5. Методические рекомендации для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.**

**ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ**

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Аналитическая служба. Проверка и аттестация методик химического анализа.	2
2	Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. GLP – хорошая лабораторная практика.	2
3	Вода как объект анализа	3
4	Воздух как объект анализа	2
5	Почва как объект анализа	2
6	Пища как объект анализа.	2
7	Методы анализа угля.	4
8	Методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов).	4
9	Нефть и нефтепродукты как объект анализа	4
	<b>Всего</b>	<b>25</b>

**ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Госповерка атомно-абсорбционного спектрофотометра.	4
2	Определение содержания ртути в водах атомно-абсорбционным методом в холодных парах.	6
3	Атомно-абсорбционное содержание цинка в водах..	3
4	Определение содержания свинца и кадмия в объектах окружающей среды электротермическим атомно-абсорбционным методом.	4
5	Определение массовой доли драгоценных металлов в ломе и отходах радиоэлектронной промышленности.	4
6	Определение общей жесткости высокоминерализованных шахтных вод.	4
	<b>Всего</b>	<b>25</b>

**6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.**

**ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Аналитическая служба. Проверка и аттестация методик химического анализа	10
2	Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. GLP – хорошая	12

	<b>лабораторная практика.</b>	
<b>3</b>	<b>Вода как объект анализа</b>	<b>10</b>
	<i>Индивидуальная работа (п.1 – п.35)</i>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Воздух как объект анализа</b>	<b>12</b>
	<i>Индивидуальная работа (п.37)</i>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Почва как объект анализа</b>	<b>10</b>
	<i>Индивидуальная работа (пп.14, 15,34-36)</i>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>Пища как объект анализа</b>	<b>12</b>
	<i>Индивидуальная работа (п.39)</i>	
<b>7</b>	<b>Методы анализа угля</b>	<b>20</b>
	<i>Индивидуальная работа (п.38)</i>	
<b>8</b>	<b>Методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов).</b>	<b>22</b>
	<i>Индивидуальная работа (п.39)</i>	
<b>9</b>	<b>Нефть и нефтепродукты как объект анализа</b>	<b>22</b>
	<i>Индивидуальная работа (п.40)</i>	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>130</b>

## 7. Индивидуальные задания

### *Примеры конкретных ситуаций*

1. В процессе валидации методики обычно оценивают следующие характеристики: точность, линейность в рабочем диапазоне, предел обнаружения, предел определения, селективность, градуировка и устойчивость методики.

Для валидации предлагаются на выбор следующие методики анализа:

- Определение перманганатной окисляемости воды;
- Определение общей щелочности карбонатов и гидрокарбонатов в воде;
- Ионметрическое определение фторидов в воде, почве;
- Ионметрическое определение нитратов в воде, почве, пищевых продуктах;
- Спектрофотометрическое определение хрома(VI) в воде.

### *2. Производственная ситуация*

Вы работаете в лаборатории охраны окружающей среды и под вашим руководством осуществляется анализ воды на содержание следующих аналитов:

- жесткость;
- железо(II), железо(III) спектрофотометрическим методом;
- pH;
- сульфаты.

Укажите все возможные причины получения неправильных результатов при определении указанных компонентов воды.

### *3. Задания научно-исследовательского характера научному сотруднику в аналитической лаборатории*

Ситуация: в аналитическую лабораторию отдела охраны окружающей среды научно-исследовательского института поступил заказ определить содержание различных форм фосфора в исследуемой воде. Заведующий лабораторией должен организовать работу для решения поставленной аналитической задачи.

Для решения данной аналитической задачи необходимо предложить методики определения общего растворенного фосфора, гидролизованного фосфата и ортофосфата.

Выбор методик осуществите с учетом состояния фосфора в зависимости от его концентрации в природных и сточных водах. Для определения можно использовать стандартные спектрофотометрические методы в сочетании с методами концентрирования (экстракции) и предварительной подготовки для получения аналита в определенной форме.

Надеемся, что Вы рассмотрели современный автоматический метод проточно-инжекционного и непрерывного проточного анализа, включенных в международный стандарт, а также метод ионной хроматографии.

**В отчете представьте:**

- ♦ источник методики (ссылки на международный, государственный стандарт, справочник, учебное пособие, монография и др.);
- ♦ краткое описание принципа метода определения, метода разделения и концентрирования;
- ♦ вопросы химической безопасности методик;
- ♦ состояние аналита в пробе;
- ♦ характеристики методик анализа с указанием метрологических и аналитических характеристик (селективность, точность, предел определения и др.);
- ♦ аналитическую аппаратуру с кратким описанием принципов работы приборов;
- ♦ формулы для вычисления результатов анализа.

**Индивидуальная работа**

1. Перечислите основные критерии качества воды.
2. Перечислите вещества, обуславливающие привкусы и запахи воды.
3. Каковы основные показатели качества питьевой воды?
4. Представьте классификацию природных вод по химическому составу растворенных в них веществ.
5. Дайте характеристику природных вод по жесткости.
6. Дайте характеристику природных вод по общей минерализации.
7. Предложите методы определения кислорода в воде. Опишите принцип и условия применения. Укажите преимущества и недостатки методов.
8. Какой индикатор применяют при определении кислорода в воде методом Винклера? Объясните механизм его действия.
9. Что такое дихроматная (ХПК) и перманганатная окисляемость воды? Для каких типов вод их применяют?
10. Укажите причины погрешностей определения окисляемости воды. Какая окисляемость отражает ближе всего теоретическую окисляемость?
11. Напишите уравнения химических реакций при стандартизации раствора  $\text{KMnO}_4$  по оксалату. Обоснуйте условия титрования. Объясните, почему первые капли раствора  $\text{KMnO}_4$  при стандартизации его по оксалат-иону обесцвечиваются медленно.
12. Предложите методы определения хлоридов методами Мора, Фаянса и Фольгарда. Опишите принцип этих методов, применяемые индикаторы и области применения.
13. Какие условия необходимо соблюдать при работе с  $\text{AgNO}_3$ ?
14. Опишите потенциометрическое титрование хлоридов в почвенных растворах, воде. Какие электроды используются при потенциометрическом титровании солей серебра?
15. Предложите методы определения сульфатов в
  - ♦ питьевой воде,
  - ♦ бутилированной воде,
  - ♦ почвенных растворах.
16. Опишите принцип определения хлоридов, сульфатов в воде, почвенных растворах методом ионной хроматографии.

17. Предложите способы оценки правильности при аргентометрическом определении хлоридов в воде.
18. Какие методы в качестве сравнительных Вы используете при оценке правильности результатов аргентометрического определения хлоридов в воде?
19. Опишите принцип гравиметрического определения сульфатов в природных и сточных водах. Опишите условия получения крупнокристаллического осадка сульфата бария.
20. В чем заключается сущность метода комплексонометрического определения жесткости воды?
21. Какие процессы и почему следует учитывать при выборе рН комплексонометрического определения жесткости воды, железа(III)?
22. Как проводят комплексонометрическое определение кальция и магния при совместном присутствии?
23. Опишите требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам.
24. Объясните принцип действия и выбора металл-индикаторов в комплексонометрическом титровании аналитов при определении их в воде и почве.
25. В какой области рН в качестве индикатора можно использовать ксиленоловый оранжевый, эриохром черный Т при комплексонометрическом титровании? Дайте объяснение.
26. Почему титрование железа(III) раствором ЭДТА лучше проводить в кислом растворе, чем в щелочном? Назовите индикатор для титрования и объясните механизм его действия.
27. Назовите способы повышения селективности комплексонометрического титрования. Какие маскирующие вещества применяют при комплексонометрическом определении металлов? Приведите примеры.
28. Предложите способ и укажите условия комплексонометрического определения сульфат-ионов в воде, водной вытяжке почв. К какому виду комплексонометрического титрования он относится?
29. Опишите принцип приготовления и стандартизации раствора комплексона III. Какие вещества используются в качестве стандартного? Перечислите требования, предъявляемые к стандартным веществам.
30. Какова сущность метода кислотно-основного титрования, применяемого при определении щелочности, кислотности, карбонат- и гидрокарбонат-иона в воде, почвенных растворах?
31. Как обнаружить конечную точку титрования в кислотно-основном титровании? Объясните принцип и механизм действия кислотно-основных индикаторов.
32. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании кислот, щелочей, оснований. Напишите уравнения реакций, укажите факторы эквивалентности.
33. Почему раствор NaOH не должен содержать карбонат-ион? Перечислите способы приготовления раствора NaOH не содержащего карбонат-иона. Какой способ очистки применяется в лабораторной практике?
34. Опишите принцип методов определения обобщенных показателей качества объекта (вода и др.):
- фенольный индекс;
  - общий органический углерод;
  - остаток после высушивания, прокаливания.
35. Опишите принципы методов определения микропримесей соединений мышьяка, селена, хрома, ванадия в воде, в почве.
36. Методы определения анионов в почве, воде.
37. Современные методы определения токсикантов в воздухе. Методы отбора и подготовки проб.



38. Методы определения влаги, зольности, серы в угле.
39. Методы определения нитратов в пищевых продуктах, воде.
40. Современные методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов).
41. Нефть и нефтепродукты как объект анализа. Методы определения антидетонационных металлосодержащих присадок в бензинах. Методы выявления фальсификаций нефтепродуктов.

### Задачи для самостоятельного решения

1. При определении карбонатной жесткости на титрование  $200,0 \text{ см}^3$  воды израсходовали  $10,25 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ М НСІ}$  ( $K=0,9845$ ). При определении общей жесткости на  $100,0 \text{ см}^3$  той же воды израсходовали  $15,12 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ М ЭДТА}$  ( $K=0,8918$ ). Вычислить карбонатную, общую и постоянную жесткость воды ( $\text{ммоль/дм}^3$ ), принимая молярную массу эквивалента  $\text{М}^{2+}$  ( $1/2 \text{ М}^{2+}$ ).
2. Содержащееся в сточной воде  $\text{Fe}^{2+}$  окислено до  $\text{Fe}^{3+}$ . На анализ взято  $200,0 \text{ см}^3$  воды, действием аммиака  $\text{Fe}^{3+}$  осаждено в виде гидроксида. Осадок отфильтрован, промыт и растворен в  $\text{НСІ}$ . На титрование полученного раствора затрачено  $5,14 \text{ см}^3$   $0,005505 \text{ моль/дм}^3$  раствора комплексона III. Найти массовую концентрацию железа в сточной воде ( $\text{мг/см}^3$ ).
3. К  $100,0 \text{ см}^3$  сточной воды добавили раствор  $\text{BaCl}_2$ . Осадок  $\text{BaSO}_4$  отфильтрован, промыт, растворен в  $30,00 \text{ см}^3$   $0,02500 \text{ моль/дм}^3$  раствора комплексона III. Избыток комплексона III оттитрован  $15,00 \text{ см}^3$   $0,0255 \text{ моль/дм}^3$  раствора  $\text{MgCl}_2$ . Найти массовую концентрацию сульфатов в сточной воде,  $\text{г/дм}^3$ .
4. Общая жесткость воды равна  $15^\circ$  (нем.). Вычислить жесткость воды в  $\text{ммоль/дм}^3$ .
5. Для определения концентрации раствора комплексона III взяли навеску стандартного образца цинка  $0,1040 \text{ г}$ , содержащую  $99,25\%$  цинка и растворили ее. На титрование раствора израсходовано  $18,20 \text{ см}^3$  комплексона III. Вычислить молярную концентрацию раствора комплексона III,  $\text{моль/дм}^3$ .
6. Для определения летучих веществ была взята проба угля Донецкого бассейна  $1,1500 \text{ г}$ . После прокаливания масса золы и кокса составила  $0,9660 \text{ г}$ . Вычислить массовую долю летучих веществ в воздушно-сухом и сухом угле, в %, если аналитическая влага равна  $2\%$ .
7. На титрование  $200,0 \text{ см}^3$  речной воды было затрачено  $2,250 \text{ см}^3$  раствора  $\text{KMnO}_4$  с  $C(1/5 \text{ KMnO}_4)$ , равно  $0,1$  ( $K=0,8466$ )  $\text{моль/дм}^3$ . Вычислить окисляемость воды и сделать выводы о загрязнении воды, если норма окисляемости по кислороду  $5,0 \text{ мг/дм}^3$ .
8. Из навески каменного угля массой  $2,6248 \text{ г}$  после соответствующей обработки получили  $0,3248 \text{ г}$   $\text{BaSO}_4$ . Вычислить массовую долю (%) серы в каменном угле. Пересчитать массовую долю серы на сухое вещество, если содержание влаги составило  $2,58\%$ .
9. Навеску неизвестного вещества массой  $2,0000 \text{ г}$  растворили в мерной колбе вместимостью  $100,0 \text{ см}^3$ . На титрование  $25,00 \text{ см}^3$  раствора израсходовали  $20,00 \text{ см}^3$   $0,4455 \text{ М НСІ}$ . Определить, что входило в состав анализируемого вещества:  $\text{KOH}$  или  $\text{NaOH}$ .
10. При определении карбонатной жесткости на титрование  $200,0 \text{ см}^3$  воды израсходовали  $10,25 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ М НСІ}$  ( $K=0,9845$ ). При определении общей жесткости на  $100,0 \text{ см}^3$  той же воды израсходовали  $15,12 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ М ЭДТА}$  ( $K=0,8918$ ). Вычислить карбонатную, общую и постоянную жесткость воды ( $\text{ммоль/дм}^3$ ), принимая молярную массу эквивалента  $\text{М}^{2+}$  ( $1/2 \text{ М}^{2+}$ ).
11. К кислому раствору  $\text{KI}$  прибавили  $20,00 \text{ см}^3$   $0,1133 \text{ моль/дм}^3$  раствора  $\text{KMnO}_4$  ( $f=1/5$ ) и выделившийся йод оттитровали  $25,90 \text{ см}^3$  раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Рассчитать молярную концентрацию раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .
12. Содержащееся в сточной воде  $\text{Fe}^{2+}$  окислено до  $\text{Fe}^{3+}$ . На анализ взято  $200,0 \text{ см}^3$  воды, действием аммиака  $\text{Fe}^{3+}$  осаждено в виде гидроксида. Осадок отфильтрован, промыт и

растворен в HCl. На титрование полученного раствора затрачено  $5,14 \text{ см}^3 0,005505 \text{ моль/дм}^3$  раствора комплексона III. Найти массовую концентрацию железа в сточной воде ( $\text{мг/см}^3$ ).

13. К  $100,0 \text{ см}^3$  сточной воды добавили раствор  $\text{BaCl}_2$ . Осадок  $\text{BaSO}_4$  отфильтрован, промыт, растворен в  $30,00 \text{ см}^3 0,02500 \text{ моль/дм}^3$  раствора комплексона III. Избыток комплексона III оттитрован  $15,00 \text{ см}^3 0,0255 \text{ моль/дм}^3$  раствора  $\text{MgCl}_2$ . Найти массовую концентрацию сульфатов в сточной воде,  $\text{г/дм}^3$ .

## 8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Современное состояние и перспективы развития методов анализа природных и промышленных объектов. Внелабораторный анализ. Вещественный анализ. Обобщенные показатели качества воды, почвы.
2. Уголь как объект анализа.
3. Методы определения примесей мышьяка, селена в воде, углях, почве.
4. Методы определения суммы тяжелых металлов в воде.
5. Методы определения микропримесей металлов в питьевой воде.
6. Почва и отходы как объекты анализа. Отбор проб почв, подготовка к анализу. Методы разложения проб. Интенсификация пробоподготовки.
7. Подвижные формы соединений элементов в почвах, методы извлечения и определения. Пробоподготовка при определении валового содержания соединений элементов в почвах.
8. Методы определения органических загрязнителей (пестицидов, фенолов и др.) в воде и других объектах.
9. Вода как объект анализа. Отбор проб воды, консервирование, подготовка к анализу.
10. Методы определения фторидов в воде, почве.
11. Методы определения микроэлементов в золе углей.
12. Определение показателей качества питьевой воды. Проблемы анализа воды специального назначения (бутилированной и др.).
13. Методы определения анионов в почве, воде.
14. Методы определения влаги, зольности, серы в угле.
15. Методы определения нитратов в пищевых продуктах, воде.
16. Определение активного хлора в воде.
17. Методы определения сульфатов, хлоридов в воде, почвенных вытяжках.
18. Составные части аналитической методики.
19. Определение химических показателей качества воды. Жесткость. Современные методы определения жесткости воды.
20. Определение обобщенных показателей качества воды. Методы определения окисляемости. ХПК, перманганатный индекс, общего углерода, сухого остатка и др. Автоматические методы определения обобщенных показателей.
21. Методы концентрирования и разделения в анализе вод.
22. Контроль качества аналитических работ в области анализа объектов окружающей среды, промышленных объектов. Аккредитация аналитической лаборатории.
23. Химические сенсоры в анализе природных и промышленных объектов:

## 9. Образец варианта модульного контроля и критерии оценивания

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» Химический факультет

Направление подготовки: 04.04.01 Химия  
Магистерская программа: Химия  
Программа подготовки: академическая магистратура  
Квалификация: магистр  
Форма обучения: очная  
Семестр: 2,3  
Учебная дисциплина: Современные методы анализа природных и промышленных объектов

#### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

- 1 Вода как объект анализа. Отбор и подготовка проб воды. Автоматизация процесса. Методы определения жесткости воды.
- 2 Пламенное атомно-абсорбционное определение металлов в нефтепродуктах.
- 3 Рассчитайте содержание палладия в пробе (масс.%) по следующим данным:  
Навеску пробы массой 1,0000 г растворили в смеси кислот; полученный раствор количественно перенесли в мерную колбу на 200,0 мл. Для атомно-абсорбционного анализа аликвоту раствора 5,00 мл разбавили в мерной колбе до 100,0 мл. В этом растворе концентрация палладия составила 1,00 мкг/мл.

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии, протокол № \_\_\_ от “\_\_\_” \_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой  
Экзаменатор

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
Всего	30

## 10. Образец экзаменационного билета

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» Химический факультет

Направление подготовки: 04.04.01 Химия  
Магистерская программа: Химия  
Программа подготовки: академическая магистратура  
Квалификация: магистр  
Форма обучения: очная  
Семестр: 2,3  
Учебная дисциплина: Современные методы анализа природных и промышленных объектов

## БИЛЕТ №1

1. Уголь как объект анализа. Отбор и подготовка проб угля. Автоматизация процесса. Методы определения влаги, зольности, серы в угле; германия, ванадия, галлия и др. в золе угля.
2. Методы определения примесей мышьяка, фосфора, кремния в воде, почве, металлах и сплавах.
3. Методы идентификации и определения золота.
4. Воздух как объект анализа. Газоанализаторы для определения примесей в атмосферном воздухе.

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии.

Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

### *Критерии оценивания экзамена*

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	15
Задание 2	10
Задание 3	10
Задание 4	15
<b>Всего</b>	<b>50</b>

## 12. Критерии оценивания

Дисциплина «Современные методы анализа природных и промышленных объектов» изучается во втором и третьем семестрах.

Во втором семестре по курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и зачет.

Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины:

Организационно-учебная работа студента	СРС		
	индивидуальная работа	модульный контроль	индивидуальная творческая работа
max 30 баллов	max 20 баллов	max 30 баллов	20

Во третьем семестре по курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамен. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины:

Организационно-учебная работа студента	СРС		
	индивидуальная работа	модульный контроль	индивидуальная творческая работа
max 30 баллов	max 20 баллов	max 30 баллов	20

**Шкала соответствия баллов национальной шкале**

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

**13. Материально-техническое обеспечение учебного процесса**

Оборудование лабораторий и специализированных кабинетов кафедры аналитической химии, в которых проходит изучение курса «Современные методы анализа природных и промышленных объектов»:

№ п/п	Наименование лаборатории, специализированных кабинетов, их площадь	Перечень оборудования, количество
1	Лекционная аудитория №513, химический факультет, IX корпус ДонНУ (23,94 м <sup>2</sup> )	Мультимедийное оборудование
1	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 501, химический факультет, IX корпус ДонНУ (13,2 м <sup>2</sup> )	Аналитические весы АДВ 200М – 5 шт.
2	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 502, химический факультет, IX корпус ДонНУ (23,94 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 1 шт., лазерный принтер HP Laser Jet 1000 – 1 шт., лазерный принтер HP Laser Jet P1102 – 1 шт., атомно-абсорбционный спектрофотометр Сатурн-2 – 1 шт., приборный комплекс Графит-2 – 1 шт., атомно-абсорбционный спектрофотометр С-115ПК – 1 шт., установка компрессорная – 1 шт. весы аналитические WA-33 – 1 шт., электрическая плита – 2 шт.

3	Аудитория для самостоятельной работы студентов № 510, химический факультет, IX корпус ДонНУ (13,34 м <sup>2</sup> )	Компьютеры – 4 шт.
4	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 512, химический факультет, IX корпус ДонНУ (43,33 м <sup>2</sup> )	Хроматограф ионный ЦВЕТ-3006 – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 1 шт., иономер ЭВ-74 – 1 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., весы теххимические – 2 шт., весы аналитические АДВ 200М – 1 шт., центрифуга ОПН-3 – 1 шт., электрическая плита – 1 шт., аквадистиллятор Д 25 – 1 шт., аквадистиллятор Д10М – 1 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., компьютер – 1 шт., микроскоп – 1 шт.
5	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 514, химический факультет, IX корпус ДонНУ (35,56 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2МП – 2 шт., спектрофотометр СФ-46 -1 шт.; спектрофотометр СФ-26 – 1 шт., весы аналитические ВЛР-200 – 1 шт., весы теххимические – 2 шт., иономер ЭВ-74 – 1 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., проектор – 1 шт., электрическая плита – 2 шт.
6	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 515, химический факультет, IX корпус ДонНУ (35,56 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 1 шт., иономер 160 – 2 шт., весы теххимические – 1 шт., весы аналитические ВЛР-200 – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2МП – 1 шт., спектрофотометр СФ-46 -1 шт.

#### 14. Рекомендованная литература

	Основная	
1	Алемасова А.С., Рокун А.Н., Шевчук И.А. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Учебное пособие. [Электронный ресурс]. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 430 с.	Электронный ресурс
2	Шевчук И.О., Симонова Т.М. Ионоселективні електроди в аналізі природних і промислових об'єктів: Навчальний посібник [Текст]: – Донецьк: вид-во «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2010. – 158 с. / Шевчук И.О., Симонова Т.Н. Ионоселективные электроды в анализе природных и промышленных объектов: Учебное пособие [Текст]. – Донецк: «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2010. – 158 с.	31 + электронный ресурс
3	Шевчук, И.А. Практикум по аналитической химии. Гравиметрический и титриметрический методы в анализе природных и промышленных объектов: [учеб. пособие]: [Электронный ресурс] / И.А. Шевчук, Т.Н. Симонова, А.Н. Рокун: Донецкий нац. ун-т. – Донецк: Вебер, 2009. – 390 с.	25+ электронный ресурс
4	Алемасова А.С., Луговой К.С. Экологическая аналитическая химия: учеб. пособие. [Электронный ресурс]. – Донецк: ДонНУ, 2010. – 271 с.	5+ электронный ресурс
	Дополнительная	
1	Симонова Т. Н. Методы активного обучения в аналитической химии [Текст]: учеб. пособие / Т.Н. Симонова; Донецкий нац. ун-т. – Донецк : ДонНУ, 2012. – 99 с.	20



2	Аналитическая химия [Текст]: в 3-х томах: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специализации «Химия». Т. 3. Химический анализ / под ред Л.Н. Москвина [Ч.Г. Зенкевич и др.]. – М.: Академия, 2010. – 365 с.	83
3	Аналитическая химия [Текст]: в 3-х томах: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специализации «Химия». Т. 1. Методы идентификации и определения веществ / под ред Л.Н. Москвина [А.А. Белюстин и др.]. – М.: Академия, 2008. – 576 с.	112
4	Кристиан Г. Аналитическая химия [Текст] Учеб. для студентов. В 2-х т. Т. 1 / Г. Кристиан; пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой ; вступ. ст. Ю. А. Золотова. - Москва: Бином. Лаб. знаний, 2009. – 623 с.	6
	Кристиан Г. Аналитическая химия [Текст] Учеб. для студентов. В 2-х т. Том 2 / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша, Е.Э. Григорьевой, А.В. Ивановой и др. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 504 с.	6

### 15. Информационные ресурсы

<http://mondnrm.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики

<http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

<http://www.rusanalytchem.org/> – сайт «Аналитическая химия России»

<http://www.pubs.rsc.org/> – Journal of Atomic Absorption Spectrometry

<http://www.sciencedirect.com/> – Spectrochimica Acta. Part B/ Atomic Spectroscopy/


### 16. Программное обеспечение.

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонНУ лицензия №46484614);
2. Microsoft Office ((корпоративная лицензия ДонНУ лицензия №46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензия GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения:
  - Антивирус Касперского;
  - Adobe Acrobat Reader.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры аналитической химии без изменений на 2018-2019 год.

Протокол №2 от 29.08.2018 г.

Заведующий кафедрой

 А.С. Алемасова