

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-методической  
и учебной работе



Е.И. Скафа

04

2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки: 06.03.01 Биология

Профиль подготовки: общий

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

очная, заочная, в том числе с

Форма обучения: ускоренным сроком обучения

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета

А.В. Белый

« 17 » №3 04 2020 г.

МП

Программа учебной дисциплины «Аналитическая химия» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 20 апреля 2016 г. №457, зарегистрированного в Министерстве юстиции ДНР от 01 августа 2016 г. №1431; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Зав. кафедрой аналитической химии, д.х.н., профессор

А.С. Алемасова

Доцент кафедры аналитической химии, к.х.н., доцент

Н.Д. Щепина

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии

Протокол № 19 от « 14 » 04 2020 г.

Заведующий кафедрой

А.С. Алемасова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 3 от « 15 » 04 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

Н.В. Яблочкова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 6 от «17» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

Е.В. Прокопенко

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

По стандарту ГОС ВПО дисциплина «Аналитическая химия» относится к группе дисциплин базовой части профессионального блока. Изучение дисциплины «Аналитическая химия» базируется на знаниях, полученных студентом при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Математика», Освоение данной дисциплины позволяет студенту эффективно изучать дисциплины «Органическая химия», «Физическая химия».

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>				
Направление подготовки	06.03.01 Биология			
Профиль	общий			
Образовательная программа	бакалавриат			
Квалификация	академический бакалавр			
Количество содержательных модулей (тем)	2(9)			
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Дисциплина базовой части ОП			
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 зачет во втором семестре			
Показатели	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе	
	нормат. срок	ускор. срок	нормат. срок	ускор. срок
Количество зачетных единиц (кредитов)	3		3	3
Год подготовки	1-й		1-й	1-й
Семестр	2-й			
Количество часов	108		108	108
- лекционных	32		6	6
- практических, семинарских	-		-	-
- лабораторных	32		6	6
- самостоятельной работы	44		96	96
в т.ч. индивидуальное задание	-		-	-
Недельное количество часов, т.ч.	6,75		-	-
аудиторных	4		-	-

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель** – подготовка специалистов, владеющих теоретическими основами и практическими приемами основных химических и инструментальных методов анализа, умеющих проводить обработку результатов аналитических определений.

**Задачи** – формирование базовых знаний о видах и способах химического анализа, методах определения состава и, частично, строения веществ; выработка у обучающихся комплекса соответствующих умений, навыков и личностных свойств; изучение материала о химических процессах, не входящего в другие учебные курсы (характеристические свойства атомов, ионов и молекул, комплексообразование в растворе, экстракция и др.), но значимого для анализа; ознакомление с методами анализа и их возможностями; формирование знаний и умений, обеспечивающих последующее изучение других дисциплин; закрепление учебного

материала других курсов; подготовка к обучению в магистратуре; обоснование происхождения знаний о составе веществ, химизме и механизме реакций; формирование научного мировоззрения; развитие творческих способностей, логики, аккуратности; обучение самостоятельному выполнению несложных анализов, работе на приборах, выбору методов и методик, оценке точности результатов анализа.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Аналитическая химия» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 06.03.01 Биология и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 06.03.01 Биология:

***а) общекультурных (ОК):***

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-13);

***б) общепрофессиональных (ОПК):***

способность применять знания фундаментальных разделов физики, химии, наук о Земле для освоения основ биологии (ОПК-3);

***в) профессиональных компетенций (ПК):***

научно-исследовательская деятельность:

способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой и оборудованием (ПК-1);

владеть базовыми методами первичной математической и статистической обработки экспериментальных данных; уметь анализировать и интерпретировать полученные результаты на основании современных литературных источников (ПК-2);

***лабораторно-диагностическая деятельность:*** владеть химическими, бактериологическими и биофизическими методами исследований различных биологических материалов (ПК-8).

***педагогическая деятельность:*** владеть методикой и техникой постановки эксперимента и демонстрационных опытов, подготовки природных объектов к лабораторным занятиям (ПК-16).

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

***знать:*** современную литературу по аналитической химии, государственные и международные стандарты, патенты, аналитические сайты в сети Интернет; теоретические основы и принципы основных методов аналитической химии, аналитические сигналы этих методов, их свойства, метрологические характеристики методов; методологию выбора методов анализа, средства повышения чувствительности, правильности, воспроизводимости, избирательности; метод отбора представительной пробы жидких, газообразных и твёрдых проб, биожидкостей и биообъектов; методологию выбора и особенности методов разделения и концентрирования микро- и макрокомпонентов; особенности течения аналитических реакций и процессов, состояние веществ в стандартных и анализируемых растворах; источники происхождения погрешностей отдельных стадий анализа, а также методы оценки правильности и воспроизводимости;

***уметь:*** применять современные методы изучения и анализа химических явлений и процессов для решения производственных, научно-практических, исследовательских, информационно-поисковых и других задач; уметь быстро и качественно оценить объект анализа (неизвестное вещество); выбрать стандартную или нестандартную методику анализа природных, промышленных и биологических объектов; правильно отобрать представительную пробу, провести предварительную обработку и вскрытие пробы; воспроизводить стандартную аналитическую методику, рассчитать результаты анализа, статистически их обработать с использованием ЭВМ, проверить правильность полученных результатов; уметь использовать современные химические приборы и установки, учебно-лабораторные приборы, технические средства обучения и научного эксперимента, ЭВМ; составлять отчёты и вести лабораторный журнал;

**владеть:** теоретическими и метрологическими основами аналитической химии; техникой экспериментальной работы в аналитических лабораториях; работой с литературой по аналитической химии; опытом обработки и обобщения материала и поиска новых экспериментальных и теоретических результатов.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1. Качественный анализ</b>	
<b>Тема 1.</b> Предмет и методы аналитической химии	Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикроанализ. Аналитический сигнал в химических и инструментальных методах анализа. Свойства аналитического сигнала.
<b>Тема 2.</b> Качественный анализ	Методы качественного анализа. Классификации катионов и анионов. Схема систематического анализа как сочетание методов разделения и обнаружения. Принципы разделения компонентов на аналитические группы на примере кислотно-основной схемы анализа катионов. Качественные реакции катионов и анионов. Инструментальные методы идентификации катионов и анионов.
<b>Тема 3.</b> Методы разделения и концентрирования в анализе	Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Типы экстракционных систем. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Приборы для экстракции. Константы разделения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор извлечения. Коэффициент концентрирования. Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Групповые реагенты и требования к ним. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах). Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, сублимация). Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Хроматографические методы анализа. Определение хроматографии. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике исполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматографии.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	Жидкостная хроматография. Адсорбционная жидкостная хроматография. Ионообменная хроматография. Хроматографическое определение органических биологически активных веществ, лекарств, стимуляторов, токсикантов и др.
<b>Тема 4.</b> Основные типы химических реакций, применяемых в аналитической химии	Кислотно-основные реакции. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая - Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Буферные системы человеческого организма. Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Значение комплексных соединений в биологии. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами, как модель биохимических процессов. Функционально-аналитические группы. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа $\text{HgO}$ , $\text{NH}_3$ и $\text{H}_2\text{S}$ и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Биологическая активность хелатов биогенных металлов. Полидентатные макроциклы. Порфирины. Антидоты. Окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Условия получения кристаллических осадков.
<b>Содержательный модуль 2. Количественный анализ</b>	
<b>Тема 5.</b> Гравиметрические методы анализа	Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ. Электрогравиметрия. Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<p><b>Тема 6.</b> Титриметрические методы анализа</p>	<p>Сущность метода. Требования к химическим реакциям в титриметрическом методе. Классификация методов титриметрического анализа. Способы титрования. Единицы измерения титранта. Способы выражения концентраций в титриметрии. Расчеты в титриметрии.</p> <p><i>Кислотно-основное титрование.</i> Построение кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешность титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.</p> <p><i>Окислительно-восстановительное титрование.</i> Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешность титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Дихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы.</p> <p><i>Осадительное титрование.</i> Построение кривых титрования. Способы выявления конечной точки титрования; индикаторы. Погрешность титрования. Примеры практического применения.</p> <p><i>Комплексонометрическое титрование.</i> Использование аминоп оликарбоновых кислот в комплекснометрии при определении содержания биогенных элементов и тяжелых металлов. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования к ним. Погрешности титрования.</p>
<p><b>Тема 7.</b> Электрохимические методы анализа</p>	<p>Общая характеристика электрохимических методов. Классификация.</p> <p><i>Потенциометрия.</i> Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионометрия. Биосенсоры. Потенциометрическое титрование.</p> <p><i>Кулонометрия.</i> Теоретические основы. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества.</p> <p><i>Вольтамперометрия.</i> Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузионный ток. Полярография. Уравнение Илькэвича. Потенциал полуволны.</p>
<p><b>Тема 8.</b> Спектроскопические методы анализа</p>	<p>Спектр электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Основные законы излучения и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах.</p> <p><i>Методы атомной оптической спектроскопии.</i> Атомно-эмиссионный метод. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы). Качественный и</p>

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<p>количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционной спектрометр. Возможности атомной спектроскопии при анализе биогенных и токсичных элементов в медицинской диагностике и химическом мониторинга.</p> <p><i>Методы молекулярной оптической спектроскопии.</i> Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Классификация аппаратуры согласно способу монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).</p> <p>Способы получения цветных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Метрологические характеристики и аналитические возможности.</p> <p>Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК- и КР-спектроскопия). Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спектрофотометрии.</p> <p>Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции. Закон Стокса - Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии.</p> <p><i>Масс-спектрометрия.</i> Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный анализ. Хромато-масс- спектрометрия.</p>
<p><b>Тема 9.</b> Анализ реальных объектов</p>	<p><i>Пробоотбор и пробоподготовка.</i> Представительность пробы и факторы, ее обуславливающие. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Основные приемы пробоподготовки.</p> <p><i>Метрологические основы химического анализа.</i> Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составления схем анализа. Абсолютные (безэталоные) и относительные методы анализа. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование. Статистическая обработка результатов измерений.</p>



Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Биоаналитические методы.</i> Объекты исследования и отбор проб. Определение газов в цельной крови. Тест-методы в клинических исследованиях. Иммунологический тест на беременность. Сенсоры в биохимическом анализе. Иммунный анализ.

### Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1																			
	Количество часов																			
	Очная форма обучения										Заочная форма обучения									
	Нормативный срок обучения					Ускоренный срок обучения					Нормативный срок обучения					Ускоренный срок обучения				
	всего	в т.ч.				всего	в т.ч.				всего	в т.ч.				всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа		лекции	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 1.</b> Предмет и методы аналитической химии	8	2		2	4						8	1			7		8	1		7
<b>Тема 2.</b> Качественный анализ	12	2		8	2						12			2	10		12		2	10
<b>Тема 3.</b> Методы разделения и концентрирования в анализе	12	4		2	6						12	1			11		12	1		11
<b>Тема 4.</b> Основные типы химических реакций, применяемых в аналитической химии	12	4		2	6						12	1			11		12	1		11
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	<b>44</b>	<b>12</b>		<b>14</b>	<b>18</b>						<b>44</b>	<b>3</b>		<b>2</b>	<b>39</b>		<b>44</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>39</b>
<b>Тема 5.</b>	8	2		2	4						8				8		8			8

Гравиметрические методы анализа																						
<b>Тема 6.</b> Титриметрические методы анализа	18	4		8	6							18	1		2	15		18	1	2	15	
<b>Тема 7.</b> Электрохимические методы анализа	14	4		4	6							14			2	12		14		2	12	
<b>Тема 8.</b> Спектроскопические методы анализа	14	6		2	6							14	1			13		14	1		13	
<b>Тема 9.</b> Анализ реальных объектов	10	4		2	4							10	1			9		10	1		9	
<b>Итого</b> <i>по содержательному модулю 2</i>	<b>64</b>	<b>20</b>		<b>18</b>	<b>26</b>							<b>64</b>	<b>3</b>		<b>4</b>	<b>57</b>		<b>64</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>57</b>	
<b>Всего по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>44</b>							<b>108</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>96</b>		<b>108</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>96</b>	

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

(если предусмотрены учебным планом)

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Предмет и методы аналитической химии	2
2	Качественный анализ	2
3	Методы разделения и концентрирования в анализе	4
4	Основные типы химических реакций, применяемых в аналитической химии	4
5	Гравиметрические методы анализа	2
6	Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование	2
7	Окислительно-восстановительное титрование. Осадительное титрование. Комплексонометрическое титрование	2
8	Электрохимические методы анализа. Потенциометрия	2
9	Кулонометрия. Вольтамперометрия.	2
10	. Методы атомной оптической спектроскопии	2
11	Методы молекулярной оптической спектроскопии.	2
12	Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный анализ. Хромато-масс-спектрометрия.	2
13	Анализ реальных объектов	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>32</b>

### Темы лабораторных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Изучение аналитического сигнала в химических и инструментальных методах идентификации веществ. Анализ неизвестного вещества.	6
2	Профессорская задача.	4
3	Потенциометрическое определение pH питьевых вод, почвенной вытяжки, молока, напитков, биологических жидкостей	2
4	Разделение органических красителей методами тонкослойной и бумажной хроматографии	2
5	Гравиметрическое определение влаги в муке. Статистическая обработка результатов.	4
6	Техника титрования. Приготовление и стандартизация раствора NaOH. Определение уксусной кислоты.	4
7	Окислительно-восстановительное титрование. Дихроматометрическое определение железа(II).	2
8	Комплексонометрическое титрование. Стандартизация раствора	2

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
	комплексона III. Определение жесткости воды.	
9	Аргентометрическое определение хлоридов в природных водах.	2
10	Определение нитрат-ионов с ион-селективным электродом.	2
11	Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>32</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### Организация самостоятельной работы студентов

(соответственно данным в таблице тематического плана)

1. Освоение теоретических основ прослушанного лекционного материала, ответы на контрольные вопросы к каждому блоку.
2. Решение расчетных задач по каждому блоку.
3. Подготовка к лабораторным занятиям.
4. Систематизация изученного материала перед модульным контролем.
5. Самостоятельное изучение отдельных вопросов, предусмотренных программой.

№	Название темы	Количество часов		
		очная форма	заочная форма	заочная форма ускор. срок
1.	Предмет и методы аналитической химии	4	7	7
2.	Качественный анализ	2	10	10
3.	Методы разделения и концентрирования в анализе	6	11	11
4.	Основные типы химических реакций, применяемых в аналитической химии	6	11	11
5.	Гравиметрические методы анализа	4	8	8
6.	Титриметрические методы анализа	6	15	15
7.	Электрохимические методы анализа	6	12	12
8.	Спектроскопические методы анализа	6	13	13
9.	Анализ реальных объектов	4	9	9
<b>ВСЕГО</b>		<b>44</b>	<b>96</b>	<b>96</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

(не предусмотрено программой)

Содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Нарисуйте графическое изображение двух аналитических сигналов, которые имеют различную чувствительность. Укажите, у какого сигнала чувствительность выше.
2. Присутствие солей натрия окрашивает пламя в .....(укажите цвет пламени).
3. Запишите реакции, с помощью которых в растворе можно обнаружить присутствие анионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ .
4. Рассчитайте концентрацию уксусной кислоты в винном уксусе ( $\text{pH} = 2,8$ ), полагая, что кислотность его определяется только уксусной кислотой.

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,74 \cdot 10^{-5}$$

5. Чему равен  $\text{pH}$  буферной смеси  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ , содержащей по 0,1 моля каждого из веществ в 1 л? Как изменится  $\text{pH}$  смеси при разбавлении ее водой в 5 раз?

$$\text{p}K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 4,76$$

6. Образуется ли осадок при смешивании: Равных объемов  $10^{-3}$  М растворов  $\text{NaCl}$  и  $\text{AgNO}_3$ ?
7. Присутствие солей бария окрашивает пламя в .....(укажите цвет пламени).
8. Запишите реакции, с помощью которых в растворе можно обнаружить присутствие катионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{Mn}^{2+}$ .
9. В растворе какой соли активность ионов  $\text{Na}^+$  будет больше – в 0,03 М растворе  $\text{NaCl}$  или в 0,01 М растворе  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ? Ответ обоснуйте.
10. Растворимость иода в воде составляет 0,034 г/100 мл, а в тетрахлорметане – 2,905 г/100 мл. Вычислить константу распределения иода между равными объемами воды и тетрахлорметана.
11. Образуется ли осадок при смешивании: 100 мл  $10^{-3}$  М раствора  $\text{PbSO}_4$  и 200 мл раствора  $\text{NaI}$  с концентрацией 0,15 г/л?
12. Какие аналитические сигналы о качественном и количественном составе веществ вы используете дома, в лабораториях биофака? Какие бывают аналитические сигналы? Свойства аналитического сигнала.
13. Присутствие солей стронция окрашивает пламя в .....(укажите цвет пламени).
14. Запишите реакции, с помощью которых в растворе можно обнаружить присутствие катионов  $\text{Cr}^{3+}$  и  $\text{K}^+$ .

15. Рассчитайте  $\text{pH}$  0,01М растворов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$ .

$$\text{p}K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,35; \text{p}K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10,32;$$

$$K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}; K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,8 \cdot 10^{-11}$$

16. Растворимость иода в воде составляет 0,034 г/100мл, а в тетрахлорметане 2,905 г/100мл. Вычислить константу распределения иода между равными объемами воды и тетрахлорметана.

17. Образуется ли осадок при смешивании: Равных объемов  $1 \cdot 10^{-3}$  М растворов  $\text{SrCl}_2$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ?

18. Хроматография. Нарисуйте, как будет выглядеть элюентная хроматограмма смеси, состоящей из трех компонентов, причем первый из них удерживается неподвижной фазой сильнее, чем второй и третий.

19. Вычислить  $\text{pH}$  в 0,01 М растворе  $\text{KHCO}_3$ ?

$$K_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 4,5 \cdot 10^{-7}$$

$$K_{\text{HCO}_3} = 4,8 \cdot 10^{-11}$$

320. Запишите химические реакции, благодаря которым смесь  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4$  поддерживает постоянное значение pH.
21. рОН в растворе равен 6,51. Вычислить концентрацию  $[\text{H}^+]$  в растворе.
22. Какие из веществ будут экстрагироваться вазелиновым маслом:  
 $\text{Br}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ , углеводороды?
23. Образуется ли осадок при смешивании: Насыщенного раствора  $\text{CaSO}_4$  с равным объемом раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  с концентрацией  $2,5 \cdot 10^{-2}$  г/л?
2. Присутствие солей калия окрашивает пламя в .....(укажите цвет пламени).
3. Запишите реакции, с помощью которых в растворе можно обнаружить присутствие катионов  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Co}^{2+}$ .
4. Концентрация  $[\text{OH}^-]$  в растворе равен  $4,83 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Рассчитайте pH в растворе.
5. Смешали равные объемы 0,01М растворов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{HCl}$ . Вычислить pH смеси.  
 $\text{pK}_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,35$ ;  $\text{pK}_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10,32$ .
6. Образуется ли осадок при смешивании: 15 мл 0,02 М раствора хлорида бария с 5 мл 0,01 М раствора серной кислоты?
24. Нарисуйте, как будет выглядеть градуировочный график в методе добавок.  
 Для чего используют в аналитической химии стандартные вещества?
25. Присутствие солей кальция окрашивает пламя в .....(укажите цвет пламени).
26. Запишите реакции, с помощью которых в растворе можно обнаружить присутствие анионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ .
27. В каком из растворов активность иона водорода будет больше – в 0,1 М растворе  $\text{HCl}$  или в 0,01 М растворе  $\text{HNO}_3$ ? Ответ обоснуйте.
28. Рассчитайте степень экстракции разлитой нефти из 200 мл воды с помощью 20 мл органического растворителя, если коэффициент распределения для данной системы равен 50.
29. Образуется ли осадок при смешивании: 0,02 М раствора хлорида кальция с равным объемом 0,02 М раствора карбоната натрия?
30. Запишите реакцию взаимодействия  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Укажите, какие аналитические сигналы наблюдаются. Какие вы знаете аналитические сигналы?

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет биологический

Направление подготовки: **06.03.01. Биология**  
 Профиль: **общий**  
 Программа подготовки: **бакалавриат**  
 Семестр: **2-й**  
 Учебная дисциплина: **Аналитическая химия**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

- С какими катионами металлов реагируют 8-оксихинолин, 8-меркаптохиналин, хинолин? Ответ обоснуйте.
- Протекает ли реакция между соляной кислотой и металлическим оловом и медью? Докажите это расчётным путём. Как определить направление окислительно-восстановительной реакции?

3. Сколько молей аммиака необходимо ввести в 0,5 л 0,25 М раствора  $AgNO_3$ , чтобы снизить концентрацию  $Ag^+$  до  $10^{-5}$  моль/л, если в растворе образуются комплексные ионы  $[Ag(NH_3)_2]^+$ ?

$$\lg \beta_1 = 3.22$$

$$\lg \beta_2 = 7.23$$

4. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, 1 л которого содержит 5,61 г  $KOH$ .

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	10
2	10
3	10
4	10
<b><i>Всего</i></b>	<b><i>40</i></b>

#### 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

(теоретические вопросы к экзамену, образец билета и критерии оценивания)



## 11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ (при наличии)

### **Тема 1. Предмет и методы аналитической химии**

1. Аналитическими сигналами в качественном анализе являются:
  1. изменение окраски раствора.
  - 2 образование осадка.
  3. точка эквивалентности.
  4. образование окрашенных перлов.
  5. исчезновение окраски раствора.
  6. отсутствие изменения окраски индикатора.
  7. скачок титрования.
2. Выберите наиболее информативный метод определения примесей органических токсикантов:
  1. Хроматография.
  2. Фотометрия.
  3. Титриметрия.
3. Выберите параметр, используемый для качественного атомно-эмиссионного анализа:
  1. Частота излучения.
  2. Интенсивность излучения.
  3. Оптическая плотность.
4. Препарат "Цитрамон" содержит три вещества: ацетилсалициловую кислоту, кофеин и парацетамол, спектры которых перекрываются. Какой из фотометрических методов можно использовать при его анализе?
  1. Многоволновая спектрофотометрия.
  2. Фотоколориметрия.
  3. Колориметрия.
  4. Дифференциальная спектрофотометрия.

### **Тема 2. Качественный анализ**

1. Укажите цвет окраски пламени в присутствии солей кальция:
  1. Желтый
  2. Карминно-красный
  3. Кирпичный-красный
  4. Фиолетовый
2. Выберите условия определения никеля (2+) с диметилглиоксимом:
  1. Кислая среда
  2. Нейтральная среда
  3. Раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$
3. Укажите, раствор какого вещества следует использовать для устранения влияния хлорид-ионов при обнаружении ионов  $\text{Mn}^{2+}$ :
  1.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  2.  $\text{HNO}_3$
  3.  $\text{NaNO}_3$

### **Тема 3. Методы разделения и концентрирования в анализе.**

1. Выберите вид хроматографии, который лучше всего использовать при разделении и определении летучих органических соединений:
  1. Бумажная.
  2. Адсорбционная.
  3. Тонкослойная.
  4. Газовая.

2. Определению компонентов смеси  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  мешают ионы  $\text{PO}_4^{3-}$ . Предложите наиболее удобный хроматографический метод извлечения ионов  $\text{PO}_4^{3-}$ :

1. Бумажная.
2. Адсорбционная.
3. Тонкослойная.
4. Газовая.
5. Ионообменная.

3. Можно методом газовой хроматографии определять газообразные и твердые вещества?

1. Газообразные вещества можно определять, твердые - нет.
2. Можно определять любые газообразные вещества, а твердые - только летучие.
3. Можно определять любые газообразные и твердые вещества.

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

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

Организационно-учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
Мах 30 баллов	мах 30 баллов	мах 40 баллов		100 баллов

*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)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской.

Оборудование лабораторий и специализированных кабинетов кафедры аналитической химии, в которых проходит изучение курса «Аналитическая химия»

№ п/п	Наименование лаборатории, специализированных кабинетов, их площадь	Перечень оборудования, количество
1	Учебная лаборатория общего лабораторного	Аналитические весы АДВ 200М – 5

	практикума по аналитической химии, № 501, химический факультет, IX корпус ДонНУ (13,2 м <sup>2</sup> )	шт.
2	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.
3	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 518, химический факультет, IX корпус ДонНУ (38,35 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 1 шт., иономер ЭВ-74 – 1 шт., весы теххимические – 1 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., электрическая плитка – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 1 шт., центрифуга ОПН -3 – 1 шт., стилоскоп СПЕКТР – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., микроскоп школьный – 1 шт., электропечь муфельная «СНОЛ» – 1 шт., аквадистиллятор ДЭ- 4 – 1 шт.
4	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 519, химический факультет, IX корпус ДонНУ (45,43 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 2 шт., иономер ЭВ-74 – 1 шт., весы теххимические – 2 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., электрическая плитка – 2 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 2 шт., центрифуга ОПН-3 – 1 шт., центрифуга ОПН-8 – 1 шт., стилоскоп СПЕКТР – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., весы ВТ – 500 – 1 шт., микроскоп МБС-1 – 1 шт., микроскоп школьный – 1 шт., рН-метр рН-121 – 2 шт.
5	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 710, химический факультет, IX корпус ДонНУ (42,83 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 1 шт., весы теххимические – 1 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., электрическая плитка – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 1 шт., центрифуга ОПН-3 – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., микроскоп школьный – 1 шт., рН-метр рН-121 – 1 шт., весы аналитические АДВ-200 – 2 шт.

## 14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 1. Общие вопросы. Методы разделения / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2010.	15	
2.	Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 2. Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2010.	70	
3.	Цитович, И. К. Курс аналитической химии : учебник / И. К. Цитович. - Изд. 9-е. - СПб. [и др.] : Лань, 2007. - 494 с.	50	
4.	Алемасова А.С., Енальева Л.Я. Лекции по аналитической химии. – Донецк: ДонНУ, 2007. – 284 с.	22	+
5.	Алемасова А.С., Симонова Т.Н., Рокун А.Н., Щепина Н.Д., Добрыдин А.В., Дубровина В.А. Аналитическая химия. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов: методические указания. – 2-е изд., перераб. и доп. – Донецк: ДонНУ, 2018.	10	+
<b>Дополнительная литература</b>			
6.	Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд. - М. : Химия, 1989. - 446 с.	6	
7.	Кристиан, Г. Аналитическая химия [Текст] = Analytical Chemistry : [учеб. для студентов вузов] : в 2 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	
8.	Кристиан, Г. Аналитическая химия [Текст] = Analytical Chemistry : [учеб. для студентов вузов] : в 2 т. Т. 2 / Г. Кристиан ; пер. с англ. А. В. Гармаша, Е. Э. Григорьевой, А. В. Ивановой и др. - Москва : Бином. Лаб. знаний, 2009. - 504 с.	6	
9.	Алемасова А.С., Рокун А.Н., Шевчук И.А. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Учебное пособие. [Электронный ресурс]. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 430 с.		+

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

(с указанием названия и полного электронного адреса)

1. Библиотеки ГОСТов:  
<http://www.gostedu.ru>  
<http://vsegost.com/>  
<http://www.complexdoc.ru>
2. <http://www.wssanalytchem.org> – портал «Аналитическая химия в России»

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

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

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры аналитической химии без изменений на 20\_\_ год.

Протокол заседания кафедры № \_\_ от \_\_\_\_\_.

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_