

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института химии  
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"20 сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
Аналитическая химия

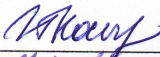

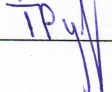
Направление подготовки бакалавриата  
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки бакалавриата  
Промышленная безопасность технологических процессов и производств

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Косырева Ирина Владимировна		20.09.21
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		20.09.21
Заведующий кафедрой	Русанова Татьяна Юрьевна		20.09.21
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование у студентов компетенций, связанных с освоением методов химического анализа, в том числе контроля качества объектов окружающей среды для последующего применения полученных знаний и навыков при организации управления безопасностью в техносфере и охраной окружающей среды на производстве.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Аналитическая химия» (Б1.О.10.05) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность», профилю «Промышленная безопасность технологических процессов и производств» и читается в 4 семестре.

Для успешного усвоения дисциплины студент должен иметь знания по дисциплинам «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Метрология, стандартизация, сертификация», «Физика», «Высшая математика» в объеме ООП по направлению «Техносферная безопасность», а именно:

- основные классы химических веществ, реакционную способность веществ;
- свойства основных видов химических веществ и классов химических объектов;
- основные понятия, законы и модели физической химии;
- методы математической статистики;
- естественные процессы, протекающие в атмосфере, гидросфере, литосфере.

Знания, полученные при изучении курса «Аналитическая химия» необходимы для освоения дисциплин «Статистическая обработка результатов эксперимента», «Коллоидная химия», а также при написании выпускной квалификационной работы.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<b>1.1_ Б.УК-1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. <b>2.1_ Б.УК-1.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. <b>3.1_ Б.УК-1.</b> Рассматривает различные варианты решения	<b>знать:</b> - основные источники химической информации и базы данных. <b>уметь:</b> - выбирать источник информации и методы поиска в зависимости от поставленной задачи. <b>владеть:</b> - понятийно-

	<p>задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p><b>4.1_ Б.УК-1.</b> Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p><b>5.1_ Б.УК-1.</b> Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>терминологическим аппаратом в области химической библиографии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами рационализации информационно-поисковой деятельности.</li> </ul>
<p><b>УК-2.</b> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p><b>1.1_ Б.УК-2.</b> Формулирует в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.</p> <p><b>2.1_ Б.УК-2.</b> Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p><b>3.1_ Б.УК-2.</b> Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время</p> <p><b>4.1_ Б.УК-2.</b> Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы и методы аналитической химии; аналитическую службу как систему;</li> <li>- основные принципы устройства и работы современного оборудования;</li> <li>- способы обработки аналитического сигнала; элементы метрологии, стандартизации и сертификации в анализе, исходя из действующих правовых норм;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованно выбирать соответствующий метод анализа в зависимости от поставленной задачи и возможностей лаборатории;</li> <li>- на современном уровне производить различные химико-аналитические операции заявленного качества и за установленное время;</li> <li>- с помощью компьютерных технологий производить обработку получаемых аналитических сигналов и корректно представлять результаты анализа, в том числе публично;</li> <li>- пользоваться нормативно-технической документацией в области анализа с учетом действующих правовых норм.</li> </ul>

		<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными химическими и физико-химическими методами анализа;</li> <li>- способами оценки основных метрологических параметров методов и методик анализа с учетом действующих правовых норм;</li> <li>- компьютером на уровне пользователя.</li> </ul>
<p><b>ПК-1</b> Способность и готовность организовывать и осуществлять комплекс работ и организационно-технических мероприятий по безопасному функционированию производственного объекта;</p>	<p><b>ПК-1.1</b> Планирует отдельные стадии работ при наличии общего плана организационно-технических мероприятий</p> <p><b>ПК-1.2</b> Организует работы по тактическому планированию деятельности отдела промышленной безопасности.</p> <p><b>ПК-1.3</b> Планирует работы по безопасному выводу производственного объекта в плановый ремонт и обслуживание</p> <p><b>ПК-1.4</b> Использует типовые методы и способы выполнения профессиональных задач в области планирования безопасного функционирования производства</p> <p><b>ПК-1.5</b> Планирует комплекс работ по обеспечению безопасного функционирования производственного объекта в ситуациях, регламентируемых планом локализации и ликвидации аварийных ситуаций</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы и методы аналитической химии, основные принципы устройства и работы современного оборудования, способы обработки аналитического сигнала; элементы метрологии, стандартизации и сертификации в анализе, исходя из действующих правовых норм с целью планирования безопасного функционирования производства;</li> <li>- аналитическую службу как систему при планировании отдельных стадий работ при наличии общего плана организационно-технических мероприятий;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать выбор метода анализа в зависимости от поставленной задачи и возможностей лаборатории; на современном уровне производить различные химико-аналитические операции с целью планирования безопасного функционирования производства;</li> <li>- производить обработку получаемых аналитических сигналов и корректно представлять результаты анализа</li> <li>- пользоваться нормативно-технической документацией в</li> </ul>

		области анализа. <b>владеть:</b> - современными химическими и физико-химическими методами анализа; способами оценки основных метрологических параметров методов и методик анализа с учетом действующих правовых норм с целью планирования безопасного функционирования производства
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Всего	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лабораторные занятия		Самостоятельная работа	Контроль		
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка				
1	Введение	3	1	2	2		2		6	контроль посещаемости, проверка оформления лабораторного журнала
2	Теоретические основы химических методов анализа		2	2	2		2		6	контроль посещаемости, проверка оформления лабораторного журнала
			3	2	2		2		6	контроль посещаемости, проверка оформления лабораторного журнала



			13	2	4	2	4		10	контроль посещаемости, проверка оформления лабораторного журнала
			14	2	4		4		10	контроль посещаемости, проверка оформления лабораторного журнала, контрольная работа № 2
5	Теория и практика пробоотбора и пробоподготовк и		15	2	4	2	4		10	контроль посещаемости, проверка оформления лабораторного журнала
			16	0	4		4		8	коллоквиум № 2
6	Анализ объектов окружающей среды		17	2	4	2	4		10	контроль посещаемости, проверка оформления лабораторного журнала
			18	2	4	2	4		10	контроль посещаемости, проверка оформления лабораторного журнала, контрольная работа № 3
	Итоговая аттестация							36	36	Зачет, экзамен
	Итого			34	60	10	50	36	180	

## Содержание дисциплины

### Раздел 1. Введение

Предмет аналитической химии, ее цели и задачи. Место и роль аналитической химии в экологии. Качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ. Химические, физические и биологические методы анализа. Аналитический сигнал. Современные требования к методам анализа: правильность, воспроизводимость, селективность, экспрессность, возможность автоматизации. Связь между объектом и методом анализа. Аналитический контроль в службе охраны природы, биологии и медицине.

### Раздел 2. Теоретические основы химических методов анализа

**Химическое равновесие.** Основные типы реакций, используемых в аналитической химии: кислотно-основные, окисления-восстановления, комплексообразования; процессы осаждения-растворения. Активность и концентрация. Ионная сила раствора. Понятие о конкурирующих реакциях. Общая (аналитическая) концентрация. Коэффициент конкурирующей реакции (мольная доля). Константы равновесия: термодинамическая, реальная и условная, их взаимосвязь. Факторы, влияющие на равновесие: концентрация реагирующих веществ, температура, ионная сила, природа растворителя, конкурирующие реакции.

**Кислотно-основное равновесие.** Протолитическая теория Бренстеда-Лоури: понятия кислоты, основания, амфолита, сопряженной кислотно-основной пары. Роль растворителя в химической реакции переноса протона. Кислотные и основные свойства растворителей. Автопротолиз амфипротных растворителей. Кислотно-основные равновесия в неводных растворителях. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителей. Вычисление рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований, амфолитов. Буферные растворы. Вычисление рН и емкости буферных растворов.

**Равновесие в растворах комплексных соединений.** Комплексные соединения и их характеристики. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Координационное число комплексообразователя. Дентатность лиганда. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений. Ступенчатые и общие константы устойчивости. Использование комплексных соединений для обнаружения, маскирования, разделения, концентрирования и определения элементов.

**Окислительно-восстановительное равновесие.** Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Понятие о стандартном и реальном окислительно-восстановительном потенциале. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала: концентрации окисленной и восстановленной форм, ионная сила, температура, концентрация ионов водорода, образование комплексных и малорастворимых соединений. Направление реакций окисления-восстановления. Константа равновесия. Ее связь с окислительно-восстановительными потенциалами. Примеры окислительно-восстановительных процессов в биологических системах.

**Равновесие в системе раствор-осадок.** Произведение растворимости. Связь растворимости и произведения растворимости. Факторы, влияющие на растворимость. Важнейшие органические и неорганические осадители.



### **Раздел 3. Метрологические основы аналитической химии**

Аналитический сигнал. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Правильность и воспроизводимость. Методы оценки правильности анализа: использование стандартных образцов, метод добавок, сопоставление с другими методами анализа. Оценка воспроизводимости результатов анализа: дисперсия, стандартное отклонение. Исключение результатов. Доверительный интервал при заданной доверительной вероятности. Сравнение методов по воспроизводимости. Критерий Фишера. Сравнение средних двух выборочных совокупностей, t-распределение.

Характеристика чувствительности методов анализа: предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Графическое представление данных анализа. Построение градуировочного графика, метод наименьших квадратов.

### **Раздел 4. Методы аналитической химии**

*Химические методы идентификации ионов.* Аналитический реагент, аналитическая реакция, аналитический эффект. Групповые, избирательные и специфические реагенты. Дробный и систематический анализ ионов. Пробирочный, капельный и микрокристаллические варианты проведения анализа. Качественные реакции на катионы и анионы.

Задачи количественного анализа в экологии. Методы количественного анализа: химические (гравиметрические и титриметрические) и физико-химические. Выражение результатов анализа.

**Этапы анализа.** Выбор метода анализа. Отбор пробы (средняя проба, ее представительность и размер). Подготовка пробы к анализу (разложение биологического объекта; мокрые и сухие методы разложения; анализ без разложения; отделение мешающих компонентов). Измерение аналитического сигнала. Обработка результатов измерений.

**Гравиметрия.** Сущность гравиметрического метода анализа, его достоинства и применение в анализе биологических объектов. Прямые и косвенные методы. Требования к осаждаемой и весовой формам. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Виды загрязнения осадка: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Условия получения чистых осадков. Гравиметрический фактор. Примеры определений: воды в твердых образцах; кальция, магния, серы, фосфора – в органических соединениях.

**Титриметрический анализ.** Общие сведения о титриметрических методах. Их достоинства и применение в анализе биологических объектов. Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Вычисление молярных масс эквивалентов в различных методах титриметрического анализа. Виды титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Источники погрешностей в титриметрическом

анализе. Первичные стандарты, требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты.

**Кислотно-основное титрование.** Вычисление рН в различные моменты титрования. Построение кривых титрования сильных и слабых кислот и оснований. Титрование многоосновных кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора для установления конечной точки титрования. Ошибки титрования. Приготовление рабочих растворов кислоты и щелочи. Первичные стандарты. Практическое применение метода кислотно-основного титрования. Определение жесткости воды. Определение фосфорной, соляной и уксусной кислот.

**Окислительно-восстановительное титрование.** Вычисление окислительно-восстановительного потенциала в различные моменты титрования. Построение кривых титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы.

**Иодометрия.** Общая характеристика метода. Условия определения окислителей и восстановителей. Приготовление и свойства раствора тиосульфата натрия. Первичные стандарты. Крахмал как индикатор.

**Перманганатометрия.** Общая характеристика метода. Приготовление раствора перманганата калия и его устойчивость. Первичные стандарты в перманганатометрии. Стандартизация раствора перманганата калия. Определение солей железа, нитритов, пероксида водорода, "окисляемости" воды.

**Бихроматометрия.** Общая характеристика метода. Обнаружение конечной точки титрования. Определение солей железа.

**Комплексометрическое титрование.** Применение аминополикарбоновых кислот и их солей (комплексонов) в титриметрическом анализе. Способы комплексометрического титрования. Обнаружение конечной точки титрования. Металлохромные индикаторы. Роль рН в комплексометрии. Определение кальция, магния, железа, меди, алюминия.

## **Раздел 5. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки**

Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства. Отбор проб объектов окружающей среды.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

## **Раздел 6. Анализ объектов окружающей среды**

Воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения: характерные особенности и задачи их анализа.

### **Перечень лабораторных работ**

- Л/р № 1. Характерные реакции катионов и анионов
- Л/р № 2. Идентификация катионов в растворе
- Л/р № 3. Анализ неорганического объекта (смесь сухих солей)
- Л/р № 4. Определение карбонат- и гидрокарбонат-ионов в природной воде
- Л/р № 5. Комплексонометрическое определение жесткости.
- Л/р № 6. Определение перманганатометрической окисляемости воды
- Л/р № 7. Определение хлорид-ионов методом осадительного титрования.
- Л/р № 8. Определение рН природной воды
- Л/р № 9. Знакомство с атомно-абсорбционным спектрометром
- Л/р № 10. Пламенно-фотометрическое определение Na и K в природной воде.
- Л/р № 11. Фотометрическое определение общего содержания Fe с сульфосалициловой кислотой
- Л/р № 12. Турбидиметрическое определение сульфатов в природной воде
- Л/р № 13. Определение пестицидов методом ВЭЖХ с использованием внутреннего стандарта
- Л/р № 14. Определение примесей в воздухе методом газовой хроматографии
- Л/р № 15. Определение сухого остатка в природной воде
- Л/р № 16. Определение нитратов в природной воде

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- интерактивные лекции с элементами междисциплинарного и дистанционного обучения;
- практические занятия с использованием инновационных методов обучения;
- неимитационные методы: групповые дискуссии, поисковые работы;
- имитационные методы: проведение опережающей самостоятельной работы.

Проводятся поисковые лабораторные работы: студенты проводят анализ природной воды, отобранной самостоятельно. Осуществляется работа с нормативными документами.

Коллоквиум – средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде группового собеседования преподавателя с обучающимися по изученным ранее темам.

В рамках *практической подготовки* студентов профессиональные навыки формируются при выполнении самостоятельного отбора проб

природной воды и её анализа с применением различных методов (качественный анализ, титриметрия, спектроскопия (фотометрия, АЭС, ААС, ВЭЖХ, ГХ), подборе метода анализа, сравнении полученных результатов с нормами; формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии аналитической химии происходит в рамках самостоятельной работы, индивидуальных отчетов, коллоквиумов, контрольных работ.

Для учебно-методического сопровождения студента с ОВЗ и инвалидов возможно применение дистанционного обучения, которое размещается на сайте университета [course.sgu.ru](http://course.sgu.ru). Проводятся консультации преподавателями on-line. В процессе обучения выстраивается индивидуальный образовательный маршрут для каждого студента с *ОВЗ и инвалидов*, применяются технологии поэтапного включения студентов с ОВЗ и инвалидов в образовательный процесс, ориентированных на самообразование. При организации учебного процесса со студентами с ОВЗ и инвалидов преподаватель учитывает время на подготовку студентов при отчете, зачете, экзамене (время подготовки к сдаче отчета, а также выполнение и оформление лабораторной работы увеличивать на 0.5 часа. При невозможности эффективного выполнения лабораторной работы – проводить в форме лабораторного эксперимента). Для подготовки к занятиям и работы в интернете у студентов с ОВЗ и инвалидов в Институте химии имеется ноутбук.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

- работа с конспектом лекции;
- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы) и работа над учебным материалом;
- работа со словарями и справочниками;
- ознакомление с законами, нормативными документами;
- использование источников Интернета;
- подготовка рефератов, докладов;
- решение задач и упражнений по образцу.

Форма итогового контроля – зачет, экзамен.

#### **Примерный перечень вопросов для самостоятельной подготовки** **Теоретические вопросы**

1. Классификация методов химического анализа. Основные характеристики методов.
2. Аналитический сигнал. Способы определения концентрации вещества.
3. Количественные характеристики точности (правильности и прецизионности) химического анализа.
4. Систематические и случайные погрешности химического анализа.
5. Представительная проба. Размер и способы отбора проб твердых,

- жидких и газообразных объектов.
6. Подготовка пробы к анализу ( растворение, таблетирование, обеззоливание, разделение, концентрирование).
  7. Идеальные и реальные системы. Активность, общая и равновесные концентрации. Уравнение материального баланса.
  8. Основные положения кислотно-основной теории Бренстеда-Лоури.
  9. Сильные и слабые кислоты и основания. Буферные растворы и их свойства.
  10. Титрование кислот и оснований, титрование смесей кислот и оснований.
  11. Количественные характеристики комплексных соединений. Применение комплексов в химическом анализе.
  12. Органические реагенты. Применение в химическом анализе.
  13. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал, факторы, влияющие на его величину.
  14. Окислительно - восстановительное титрование. Примеры практического применения.
  15. Кинетические методы анализа, их метрологические характеристики.
  16. Сущность титриметрического метода анализа. Требования к реакциям в титриметрии. Растворы первичных и вторичных стандартов.
  17. Кривые титрования, принцип построения. Кривые титрования в различных методах анализа. Индикаторы.
  18. Равновесие в системе «осадок – раствор». Факторы, влияющие на растворимость осадков.
  19. Различия в условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.
  20. Виды загрязнений осадков (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение) и способы устранения загрязнений.
  21. Разделение и концентрирование в химическом анализе. Общая характеристика.
  22. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Основные теоретические положения.
  23. Сущность хроматографического метода анализа. Виды хроматографии.
  24. Вольтамперометрия. Сущность метода и его разновидности.
  25. Потенциометрия. Сущность метода и его разновидности
  26. Кулонометрия. Сущность метода и его разновидности.
  27. Виды спектров, используемых в спектроскопических методах химического анализа.
  28. Закон Ламберта-Бугера-Бера, его использование в спектроскопических методах анализа.
  29. Источники атомизации и возбуждения в атомно-эмиссионных спектроскопических методах химического анализа.
  30. Люминесцентный анализ. Флуоресценция и фосфоресценция. Характеристики метода и области применения.

## Примерные вопросы по методам анализа

### Гравиметрия

1. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам.
2. Сформулируйте правила адсорбции. Какие факторы влияют на количество адсорбированных примесей?
3. Что такое гравиметрический фактор (F)? Какая гравиметрическая форма лучше подходит для определения магния - пирофосфат или оксихинолинат?

### Титриметрические методы

4. Дайте определение понятиям титрование, скачок титрования, точка эквивалентности, конечная точка титрования.
5. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой кислотно-основного титрования?
6. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
7. На чем основано действие металлоиндикатора в комплексонометрическом титровании?
8. Укажите способы комплексонометрического титрования.
9. Какие способы используются для фиксирования конечной точки титрования в окислительно-восстановительном титровании?
10. Сущность метода перанганометрии, первичные стандартные вещества.
11. Сущность метода иодометрии, первичные стандартные вещества.

### Экстракция

12. Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, азбавитель, экстракт. Приведите примеры.
13. Сформулируйте условия экстракции веществ.

### Спектроскопические методы

14. Использование пламени в методе атомной эмиссии. Процессы, протекающие в пламени.
15. Каковы способы атомизации вещества в методах атомной эмиссии и абсорбции?
16. Какой вид имеет зависимость степени атомизации вещества от температуры пламени, которое используется для его атомизации? Объясните ход кривой.
17. Какие элементы можно определять пламенным эмиссионным методом с высокой чувствительностью?
18. Какие источники излучения используют в методе атомной абсорбции. Чем обусловлена высокая селективность метода?
19. Какой из методов и почему лучше для проведения многоэлементного анализа: атомно-абсорбционный или атомно-эмиссионный?
20. Что такое эффект «тушения люминесценции»? Виды тушения.
21. Изобразите схематически взаимное расположение спектров поглощения и люминесценции вещества.
22. Основной закон светопоглощения. Причины отклонения от закона

Бугера-Ламберта-Бера.

23. Представьте графически следующие зависимости (при соблюдении основного закона светопоглощения):  $A=f(A)$ ,  $A=f(C)$ ,  $s=f(C)$ ,  $A=f(l)$ .

### **Хроматографические методы**

24. В чем состоит преимущество хроматографии по сравнению с экстракцией и сорбцией?
25. Нарисуйте люэнтную хроматограмму разделения двух веществ. Какие хроматографические параметры используют для идентификации компонентов смеси?
26. Какие параметры хроматографического пика используют для количественного анализа? Перечислите основные методы количественного хроматографического анализа.
27. Как провести деионизацию воды с помощью ионообменников? Напишите уравнения ионообменных процессов.
28. Электрохимические методы
29. Как устроен стеклянный электрод? В каком интервале pH он функционирует?
30. Какие требования предъявляют к электродам сравнения? Приведите их примеры.
31. Как функционируют электроды 1-го рода в потенциометрии?
32. Приведите типы мембран, используемые в ионометрии.
33. Сформулируйте законы Фарадея. Как определяют количество электричества в прямой кулонометрии и в кулонометрическом титровании?
34. Каковы преимущества кулонометрического титрования перед классической титриметрией?
35. Какие характеристики вольтамперограммы лежат в основе качественного и количественного анализа?
36. Какие факторы влияют на величину предельного диффузионного тока в вольтамперометрии?

### **Темы коллоквиумов**

#### **Коллоквиум № 1.**

Аналитический сигнал. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Правильность и воспроизводимость. Методы оценки правильности анализа: использование стандартных образцов, метод добавок, сопоставление с другими методами анализа. Оценка воспроизводимости результатов анализа: дисперсия, стандартное отклонение. Исключение результатов. Доверительный интервал при заданной доверительной вероятности. Сравнение методов по воспроизводимости. Критерий Фишера. Сравнение средних двух выборочных совокупностей, t-распределение.

Характеристика чувствительности методов анализа: предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Графическое

представление данных анализа. Построение градуировочного графика, метод наименьших квадратов.

### Коллоквиум № 2.

Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства. Отбор проб объектов окружающей среды.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

### Примерный тип задач для контрольных работ

#### Контрольная работа № 1

1. Напишите качественные реакции для обнаружения  $\text{Fe}^{2+}$ . Укажите, какие ионы мешают определению.
2. Вычислить молярную массу эквивалента  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в реакции:  
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$$
3. Сколько граммов хлорида натрия необходимо взять для приготовления 200 г 1% раствора?
4. Из 2,5 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  приготовили 500 мл раствора. Вычислить титр, молярность, нормальность полученного раствора.
5. Рассчитать титр раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с молярной концентрацией эквивалента  $C(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1008$  моль/л.
6. Напишите качественные реакции для обнаружения  $\text{K}^+$ . Укажите, какие ионы мешают определению.
7. Вычислить молярную массу эквивалента  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в реакции:  
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
8. Какова массовая доля хлорида натрия в растворе, если для его приготовления 20 г соли растворили в 480 мл воды?
9. Навеска  $\text{Cu}$  0,6354 г растворена в  $\text{HNO}_3$  и после соответствующей обработки переведена в мерную колбу на 500 мл. Вычислить молярность и титр полученного раствора.
10. Вычислить титр 0,09980 моль/л раствора гидроксида натрия.
11. Напишите качественные реакции для обнаружения  $\text{Al}^{3+}$ . Укажите, какие ионы мешают определению.
12. Вычислить молярную массу эквивалента  $\text{KMnO}_4$  в реакции:  
$$5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$$
13. Сколько граммов гидроксида натрия необходимо взять для приготовления 500 г 2% раствора?



14. Вычислить молярность раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  с  $\rho=1,335$ , содержащего 36,25 весовых % кислоты.
15. Титр раствора  $\text{KOH}$  5,727 мг/мл. Рассчитать титр раствора  $\text{KOH}$  по  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
16. Напишите качественные реакции для обнаружения  $\text{Mg}^{2+}$ . Укажите, какие ионы мешают определению.
17. Вычислить молярную массу эквивалента  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в реакции:
 
$$6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$$
18. Какова массовая доля хлорида аммония в растворе, если для его приготовления 100 г соли растворили в 900 мл воды?
19. Сколько г  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  требуется для приготовления 1 л 10%-го раствора, если  $\rho$  такого раствора равна 1,09. Какой объем воды требуется для приготовления этого раствора?
20. Титр раствора  $\text{NaOH}$  3.998 мг/мл. Рассчитать титр раствора  $\text{NaOH}$  по  $\text{HCl}$ .
21. Напишите качественные реакции для обнаружения  $\text{Al}^{3+}$ . Укажите, какие ионы мешают определению.
22. Вычислить молярную массу эквивалента  $\text{KMnO}_4$  в реакции:
 
$$3\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Fe}^{3+} + \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$$
23. Сколько граммов хлорида натрия необходимо взять для приготовления 1000 мл 0,2 М раствора?
24. Массовая доля серной кислоты в растворе 15%. Найти молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента раствора;  $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,103$  г/мл.
25. Титр раствора  $\text{HCl}$  по  $\text{K}_2\text{O}$  4,906 мг/мл. Рассчитать титр раствора  $\text{HCl}$ .

#### Контрольная работа № 2

1.  $K_d(\text{HNO}_2)=4 \cdot 10^{-4}$ . Вычислить pH 0,1 М раствора  $\text{HNO}_2$ .
2. Вычислить pH 0,1 М раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
3. Навеску технической фосфорной кислоты массой 2,604 г ( $\rho=1,68$  г/см<sup>3</sup>) перенесли в мерную колбу вместимостью 250,0 мл. На титрование 20,0 мл полученного раствора с метиловым оранжевым (продукт реакции  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) израсходовали 18,0 мл  $\text{NaOH}$ . Определить молярную концентрацию раствора  $\text{NaOH}$ .
4. При определении кальция гравиметрическим методом получили следующее содержание  $\text{CaO}$  (%): 12,86; 12,90; 12,93; 12,84. Вычислить стандартное отклонение и доверительный интервал ( $P=0,95$ ) в определении содержания кальция.
5. Растворимость  $\text{Fe}(\text{OH})_3 = 2 \cdot 10^{-8}$  г/л. Определите произведение растворимости.
6. Какую навеску  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  следует взять для анализа, чтобы получить не более 0,3 г прокаленного осадка  $\text{CaO}$ ?

7. Рассчитать pH 1% муравьиной кислоты, если ее константа диссоциации равна  $1,78 \cdot 10^{-4}$ .
8. В 0,5 л раствора содержится 4,1 г  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Вычислить pH.
9. Какую массу вещества, содержащего 90%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и индифферентные примеси, нужно взять, чтобы на ее титрование с фенолфталеином оранжевым (продукт реакции  $\text{NaHCO}_3$ ) израсходовать 20,0 мл 0,1 М  $\text{HCl}$ ?
10. При определении нормальной концентрации перманганата калия двумя студентами получены следующие результаты (моль/л): а) 0,1013; 0,1012; 0,1012; б) 0,1015; 0,1018; 0,1017. Существует ли статистически значимая разность между результатами анализа этими студентами?
11. Растворимость  $\text{Ag}_3\text{PO}_4 = 1,96 \cdot 10^{-3}$  г/л. Определите произведение растворимости данной соли.
12. Из навески цемента массой 1,500 г получили 0,2105 г  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . Вычислить массовую долю (%)  $\text{MgO}$  в цементе.
13. Вычислить pH  $1 \cdot 10^{-3}$  М раствора гидроксида натрия.
14. Вычислить pH 0,5 % раствора ацетата натрия.
15. Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92,0%  $\text{NaOH}$  и 8% индифферентных примесей, растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Определить молярность и титр кислоты, если на титрование 15,0 мл раствора  $\text{NaOH}$  израсходовали 19,5 мл кислоты.
16. При анализе топаза получили следующие данные о содержании в нем  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%): 35,11; 35,14; 35,18; 35,21; 35,42. Установить, является ли последний результат грубой погрешностью.
17. Растворимость  $\text{CaSO}_4 = 2 \cdot 10^{-6}$  г/л. Определите произведение растворимости.
18. Из навески чугуновых стружек в 2,851 г после соответствующей обработки было получено 0,0824 г прокаленного осадка  $\text{SiO}_2$ . Вычислить процентное содержание  $\text{Si}$  в анализируемом чугуне.
19. Вычислить pH 0,1 М раствора бензойной кислоты, если ее константа диссоциации равна  $1,62 \cdot 10^{-6}$ .
20. Вычислить pH 1 % раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
21. На титрование 20 мл 0,02 н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  расходуется 25 мл раствора  $\text{NaOH}$ . Определить молярность и титр этого раствора.
22. Содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в руде определили перманганатометрическим методом и методом комплексонометрии. При этом получили следующие результаты (%): а) 60,12; 61,00; 61,25; б) 58,75; 58,90; 59,50. Существует ли статистически значимая разность между результатами анализа этими методами?
23. Растворимость  $\text{CaC}_2\text{O}_4 = 2 \cdot 10^{-7}$  г/л. Определите произведение растворимости.
24. Из навески алюминиево-калиевых квасцов в 0,2690 г после соответствующей обработки было получено 0,2584 г  $\text{BaSO}_4$ . Вычислить процентное содержание  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  в исследуемой пробе квасцов.
25. Вычислить pH  $1 \cdot 10^{-3}$  % раствора соляной кислоты.

26. Вычислить рН 0,5 % раствора хлорида аммония.
27. Вычислить молярную концентрацию и титр раствора HCl, если на титрование 0,4217 г буры израсходовано 17,5 мл этой кислоты.
28. Содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в руде определили перманганатометрическим методом и методом комплексонометрии. При этом получили следующие результаты (%): а) 50,25; 50,40; 50,35; б) 50,75; 50,60; 5,65. Существует ли статистически значимая разность между результатами анализа этими методами?
29. Вычислите растворимость CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (г/л), если ПР данной соли равно  $2,29 \cdot 10^{-9}$ .
30. Вычислить процентное содержание гигроскопической воды в хлориде натрия, если масса бюкса 5,1280 г, масса бюкса с навеской 5,7688 г, масса бюкса с навеской после высушивания 5,7506 г.

#### Контрольная работа № 3

1. Из навески цветного сплава 0,350 г после растворения и обработки аммиаком было получено 250 мл окрашенного раствора, оптическая плотность которого в кювете 1 см равна 0,200. Определить массовую долю меди (в %), если коэффициент молярного поглощения аммиаката меди равен 450.
2. Из раствора CuSO<sub>4</sub> необходимо выделить 10,0 г меди. Какое количество электричества и сколько времени для этого потребуется, если электролиз проводить при силе тока 10,0 А?
3. Определение кальция в природной воде проводили методом фотометрии пламени по излучению радикалов CaOH при 622 нм. Для анализируемого раствора измерено  $I = 31,0$  у.е., для раствора, полученного смешением 50,0 мл анализируемого и 25,0 мл стандартного ( $C_{Ca}=50,0$  мкг/мл) – 80,2 у.е. Рассчитайте содержание кальция в анализируемом объекте.
4. Для получения амальгамы кадмия через ячейку, содержащую водный раствор соли кадмия и 10,0 г металлической ртути, служащей катодом, пропускают постоянный ток 500 мА. Рассчитайте массовую долю (%) кадмия в амальгаме после электролиза в течение 1 часа.
5. Образец стали содержит 0,5 % кремния. Какую навеску стали (г) следует растворить в 100,0 мл, чтобы, отобрав 25,0 мл этого раствора в колбу на 50,0 мл, получить раствор β-кремнемолибденовой гетерополикислоты  $H_4(SiMo_{12}O_{40}) \cdot nH_2O$  ( $\epsilon=2,2 \cdot 10^3$  л·моль<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup> при  $\lambda=400$  нм), поглощение которого в кювете с  $l=1,00$  см отвечало бы минимальной погрешности фотометрических измерений?
6. Навеску пробы массой 0,3150 г растворили в метаноле и на ртутном катоде восстановили нитробензол до фенилгидроксиламина (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NHOH), затратив 40,04 Кл электричества. Рассчитайте массовую долю (%) нитробензола в пробе.
7. Относительная оптическая плотность моносulfосалицилатного комплекса железа при  $\lambda=510$  нм в кювете с  $l=5,00$  см равна 0,225. Раствор сравнения содержал 0,050 мг железа в объеме 50,0 мл.

Определите концентрацию железа (мг/л) в растворе, если молярный коэффициент поглощения комплекса при  $\lambda=510$  нм равен ( $\epsilon=1,8 \cdot 10^3$  л·моль<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup>).

8. На восстановление хинона Q в 25,0 мл раствора при постоянном потенциале электрода по реакции  $Q + 2e + 2H^+ = H_2Q$  затрачено 321 Кл. Какова концентрация хинона (М)?
9. Раствор, содержащий 1,00 мг красителя в 100 мл, пропускает 80,0 % света с  $\lambda=436$  нм в кювете с  $l=1,00$  см. Рассчитайте пропускание этого раствора в кювете с  $l=5,00$  см.
10. Сколько времени потребуется для полного выделения меди из 25 мл 0,05 М раствора  $CuSO_4$  электролизом при силе тока 0,1 А (выход по току 90%)?

### Примерный перечень вопросов

для промежуточной аттестации (зачета, экзамена):

1. Предмет и задачи аналитической химии.
2. Современное состояние аналитической химии: проблемы и достижения.
3. Связь аналитической химии с другими науками и практикой.
4. Классификации методов анализа. Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа.
5. Основные стадии химического анализа.
6. Отбор, консервация и хранение проб. Общие правила отбора проб.
7. Аналитический сигнал и помехи.
8. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, чувствительность, предел обнаружения, диапазон измеряемых содержаний.
9. Погрешности анализа: систематические и случайные.
10. Оценка правильности результатов анализа
11. Оценка воспроизводимости результатов анализа.
12. Химическое равновесие и факторы, влияющие на него. Закон действующих масс. Константа равновесия: термодинамическая и концентрационная.
13. Теория электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации.
14. Ионная сила раствора. Активность и концентрация. Коэффициенты активности.
15. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури.
16. Факторы, влияющие на силу протолита.

17. Автопротолиз. Ионное произведение воды.
18. Вычисление рН растворов слабых и сильных кислот и щелочей.
19. Буферные растворы, их типы. Буферная емкость.
20. Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Способы усиления и подавления гидролиза.
21. Комплексные соединения. Комплексообразователь и лиганды. Внутрикмплексные соединения.
22. Диссоциация комплексных соединений в растворах. Константа устойчивости комплекса.
23. Стандартный и реальный электродные потенциалы. Уравнение Нернста.
24. Направление реакций окисления и восстановления.
25. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.
26. Гетерогенная система раствор – осадок. Произведение растворимости и растворимость. Факторы, влияющие на растворимость осадка.
27. Дробный и систематический анализ ионов.
28. Пробирочный, капельный и микрокристаллические варианты проведения анализа. Качественные реакции на катионы и анионы.
29. Гравиметрический метод анализа. Сущность метода, его преимущества и недостатки.
30. Основные операции гравиметрического анализа.
31. Осаждаемая и весовая формы. Требования, предъявляемые к ним.
32. Основные осадители в гравиметрическом анализе.
33. Примеры практического применения гравиметрического метода.
34. Титриметрический метод анализа. Сущность метода, его преимущества и недостатки.
35. Классификация методов титриметрического анализа.
36. Требования к реакциям, используемым в титриметрии.
37. Точка эквивалентности и способы ее фиксирования.
38. Кривые титрования.
39. Расчеты в титриметрическом анализе.
40. Молярная, нормальная и процентная концентрации, титр.
41. Закон эквивалентов – основное уравнение для расчетов в титриметрии.
42. Техника выполнения работ в титриметрическом анализе.
43. Кислотно-основное титрование: титранты, индикаторы, применение.
44. Окислительно-восстановительное титрование: титранты, индикаторы, применение.

45. Комплексонометрическое титрование: титранты, индикаторы, применение.
46. Методы расчета концентрации в физико-химических методах анализа
47. Потенциометрия
48. Вольтамперометрия.
49. Кулонометрия.
50. Атомно-абсорбционный анализ.
51. Атомно-эмиссионный анализ.
52. Спектрофотометрия.
53. Газовая хроматография.
54. Жидкостная хроматография.
55. Особенности анализа объектов окружающей среды.
56. Пробоотбор воздуха.
57. Пробоотбор природных вод.
58. Пробоотбор почвы.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	0	40	0	15	0	15	30 (зачет)	100
3	36	0	0	0	0	24	40 (экзамен)	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### *Лекции*

0-36 баллов (оценивается посещаемость лекции, 1 балл за лекцию)

#### *Лабораторные занятия*

0-40 (оценивается самостоятельность при выполнении работы (16 баллов), грамотность в оформлении лабораторной работы (16 баллов), правильность выполнения химических операций (8 баллов), максимум за одну работу – 2,5 балла),

#### *Практические занятия*

Не предусмотрены

### ***Самостоятельная работа***

0-15 (оценивается подготовка к коллоквиумам, максимум 7,5 баллов за коллоквиум)

### ***Автоматизированное тестирование***

Не предусмотрено

### ***Другие виды учебной деятельности***

0-15 (оценивается выполнение контрольных работ, по 5 баллов за контрольную работу)

0-24 (активность на занятии – 0-2 балла, умение давать аргументированный ответ – 0-5 балла, отчеты – 0-7 баллов, решение задач – 0-10)

### ***Промежуточная аттестация – зачет – от 0 до 30 баллов***

При промежуточной аттестации применяется следующее ранжирование:

ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается **от 21 до 30 баллов**

ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается **от 11 до 20 баллов**

ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» **от 6 до 10 баллов**

ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» **от 0 до 5 баллов**.

### ***Промежуточная аттестация – экзамен - от 0 до 40 баллов***

Промежуточная аттестация проводится в виде устного экзамена:

ответ на «отлично» оценивается **от 34 до 40 баллов**;

ответ на «хорошо» оценивается **от 27 до 33 баллов**;

ответ на «удовлетворительно» оценивается **от 19 до 26 баллов**;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается **от 0 до 18 баллов**.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Аналитическая химия» составляет 100 баллов за зачет и 100 баллов за экзамен.

Таблица 2.1 Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (зачет):

Сумма баллов, набранных студентом по итогам изучения дисциплины	<b>0-59</b>	<b>60-100</b>
зачет	<b>«не зачтено»</b>	<b>«зачтено»</b>

Таблица 2.2 Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (экзамен):

Сумма баллов, набранных студентом по итогам изучения дисциплины	<b>0-54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-79</b>	<b>80-100</b>
экзамен	<b>«неудовлетворительно»</b>	<b>«удовлетворительно»</b>	<b>«хорошо»</b>	<b>«отлично»</b>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### *а) литература:*

1. Основы аналитической химии [Текст]: учебник: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. / под ред. Ю. А. Золотова. 6-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательский центр «Академия», 2014. Т. 1. 390 с.
2. Основы аналитической химии [Текст]: учебник: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. / под ред. Ю. А. Золотова. 6-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательский центр «Академия», 2014. Т. 2. 409 с.
3. Аналитическая химия в вопросах и задачах [Текст] / Р. К. Чернова, Е. Г. Кулапина; ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского». - Саратов: Издательский центр «Наука», 2013. - 171 с.
4. Анализ загрязненной воды: практическое руководство [Текст] / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 678 с.
5. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство [Текст] / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 469 с.
6. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. 2-е изд., перераб и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. 428 с. ЭБС «Лань».
7. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина, С. И. Карпов. 1-е изд. Санкт-Петербург: Лань, 2014. 416 с. ЭБС «Лань».



### *б) программное обеспечение и интернет-ресурсы:*

1. Microsoft Office 2010.
2. Microsoft Excel 2010.
3. Microsoft Word 2010.
4. Microsoft Power Point 2010.
5. <http://library.sgu.ru> - сайт Зональной научной библиотеки им. В.А. Артисевич Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского.
6. <http://www.wssanalytchem.org//default.aspx> - образовательный портал «Аналитическая химия».
7. <http://www.mnr.gov.ru/> - сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ.
8. <https://rpn.gov.ru/> - сайт Росприроднадзора (Федеральной службы по надзору в сфере природопользования).
9. <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> - сайт Росстандарта (Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии).



## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Мультимедийный проектор
2. Брошюры с законами, законодательными актами
3. Фотоэлектроколориметры
4. Иономеры
5. Пламенный фотометр
6. Хроматограф ВЭЖХ «Стайер» (Аквилон, Россия)
7. Газовый хромато-масс-спектрометр TermoFinigan (США)

**Место осуществления практической подготовки:** учебные лаборатории Института химии

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность», профилю «Промышленная безопасность технологических процессов и производств».

Автор  
доцент кафедры аналитической химии  
и химической экологии  
Института химии СГУ, к.х.н.

Косырева И.В.

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической химии и химической экологии от «20» сентября 2021 года, протокол № 02.