

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ МАКСИМА ТАНКА»

Факультет естествознания
Кафедра химии и методики преподавания химии
(рег. № 25-3-297-2025)
06.06.2025

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
Козлова-Козыревская А.Л.
«09» 06 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета естествознания
Скряган Г.В.
«20» 06 2025 г.



ЭЛЕКТРОННЫЙ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРИРОДНЫХ СРЕД
для специальности 7-06-0113-03 Природоведческое образование

Составители:

А.Л.Козлова-Козыревская, заведующий кафедрой химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук, доцент;

Е.Н.Мицкевич, старший преподаватель кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат педагогических наук.

Рассмотрено и утверждено на
заседании Совета БГПУ

«26» июня 2025 г., протокол № 10

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Современные методы химических исследований природных сред» предусмотрена образовательным стандартом и учебным планом подготовки магистров по специальности 7-06-0113-03 Природоведческое образование и относится к циклу дисциплин (спецкурс) профессиональной подготовки. Изучение учебной дисциплины в существенной степени дополняет химическую подготовку специалистов и относится к модулю дисциплин по выбору компонента учреждения образования.

Целью электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) «Современные методы химических исследований природных сред» является помощь магистрантам в изучении основных химических методов исследования природных сред, формирующих фундаментальную и практическую подготовку специалистов, приобретении и лучшем понимании углубленных знаний по основным аспектам методов исследования. Изучение дисциплины ставит в качестве главной задачи формирования у будущих специалистов научно-обоснованного подхода к решению теоретических и практических задач в области экспериментальных методов исследований химических, биологических и геологических объектов, формирует у обучающихся чёткое представление о современных методах химических исследований. Полученные знания будут использованы для организации научно-исследовательской и проектной деятельности обучающихся, для подготовки к олимпиадам по химии (практическим и теоретическим турам).

К основным задачам ЭУМК относятся:

1. ознакомление магистрантов с основными современными химическими методами исследований;
2. формирование подходов к выбору наиболее эффективных методов разделения и концентрирования компонентов анализируемых образцов в соответствии с поставленной задачей;
3. грамотное, квалифицированное применение выбранных методов на практике, углубление знаний по теории и практике химического анализа природных и промышленных объектов;
4. формирование системы знаний, позволяющей получать достоверную информацию о состоянии окружающей среды, качестве природных и промышленных объектов, дать научную и практическую подготовку в этой области;
5. формирование навыков работы с веществами природного происхождения в химической лаборатории.

В ЭУМК отражены современное состояние и пути развития современных методов химических исследований. Это позволит будущему преподавателю в теоретическом плане быть более мобильным и чутким к требованиям времени.

Основными формами занятий являются лекции и практические занятия. Лекции могут носить проблемный характер, быть направленными на

рассмотрение основных вопросов программы, заострять внимание на связях химии с другими науками. Во время практических занятий происходит формирование навыков работы по решению практических задач; связь с лекционным курсом происходит через систему решения проблемных задач, согласно тематике. Контроль усвоения знаний, навыков и умений осуществляется в устной (коллоквиумы) и письменной (тестовые задания) формах.

Представленный ЭУМК (авторы: заведующий кафедрой химии и методики преподавания химии БГПУ, кандидат химических наук, доцент Козлова-Козыревская А.Л.; старший преподаватель кафедры химии и методики преподавания химии БГПУ, Мицкевич Е.Н.) по дисциплине «Современные методы химических исследований природных сред» разработан в соответствии с требованиями, предъявляемыми к составлению и утверждению учебно-методических комплексов. Структурно ЭУМК состоит из четырех взаимосвязанных блоков.

Теоретический раздел содержит материал для теоретического изучения учебной дисциплины в объеме, установленном учебным планом. Он представляет собой краткий курс лекций, содержание которого включает все основные темы и вопросы, необходимые для формирования у магистрантов профессиональных компетенций в соответствии с образовательным стандартом по специальности. Содержание учебного материала в разделе структурировано в соответствии с количеством лекций (12 часов).

Практический раздел содержит материал для проведения практических занятий в соответствии с тематическим планом (с указанием тем, а также времени на их изучение по видам аудиторных занятий).

Раздел контроля знаний содержит вопросы для текущей и итоговой аттестации, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности магистрантов требованиям образовательных стандартов.

Вспомогательный раздел ЭУМК содержит учебно-программную документацию и перечень учебных изданий, рекомендуемых для изучения учебной дисциплины «Современные методы химических исследований природных сред».

Изучение учебной дисциплины «Современные методы химических исследований природных сред» содействует развитию профессиональной эрудиции и творческого мышления магистрантов. Рассматриваемые вопросы позволяют углубить и конкретизировать знания о химических методах исследования природных сред, овладеть методами оценки их состояния.

ЛЕКЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема 1.1. Дистилляционные методы концентрирования

Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки. Требования к коллектору и пути его выбора. Неорганические и органические соосаждители. Примеры использования соосаждения для концентрирования неорганических и органических соединений.

Тема 1.2. Флотация

Техника осуществления метода. Флотация после осаждения и ионная флотация. Факторы, влияющие на флотационное концентрирование. Селективное растворение. Растворители, обеспечивающие избирательность растворения. Примеры использования селективного растворения в фазовом анализе неорганических материалов и для концентрирования микроэлементов при анализе почв и растений. Пробирная плавка. Существо метода и его значение при определении благородных металлов. Примеры использования. Примеры использования методов для выделения и концентрирования микроэлементов и органических соединений из различных объектов: объекты окружающей среды (различные типы вод, почвы, воздух), пищевых продуктов, биологических и других объектов.

Тема 1.3. Методы разделения и концентрирования

Классификация методов концентрирования и разделения, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные методы.

Тема 1.4. Экстракционные методы.

Этапы развития, современное состояние. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции.

Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений. Сверхкритическая флюидная экстракция: достоинства и ограничения метода.

Тема 1.5. Сорбционные методы концентрирования.

Параметры сорбции. Основные типы сорбентов. Сорбционное концентрирование микроэлементов. Сорбционное концентрирование органических соединений. Твердофазная экстракция.

РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Тема 2.1. Общая характеристика электрохимических методов анализа природных сред

Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы. *Кондуктометрия*. Теоретические основы метода. Постоянноточковые и переменноточковые методы кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение прямых и титриметрических вариантов метода. *Диэлектрометрия*. Теоретические основы.

Методы измерений и практическое применение в анализе природных объектов. *Потенциометрические* методы, их классификация. Потенциометрия в отсутствие тока и при контролируемом постоянном токе. Прямая потенциометрия – рН-метрия и ионометрия. Теория мембранных потенциалов и мембранного транспорта. Титрование обратимых и необратимых редокс-систем. *Кулонометрические* методы. Классификация методов. Теоретические основы потенциостатической и гальваностатической (амперостатической) кулонометрии. Кулонометрическое титрование. Способы генерирования электрохимических титрантов, индикация момента окончания процесса. Аппаратура для кулонометрических измерений. Новые варианты кулонометрии.

Тема 2.2. Вольтамперометрические методы

Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помехи. Диффузионные, кинетические и адсорбционные процессы. Теория и практика применения вольтамперометрии. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Хромопотенциометрия. Постоянно- и переменноточковая вольтамперометрия. Импульсные методы. Нормальная и дифференциальная импульсная вольтамперометрия.

Инверсионная вольтамперометрия. Развитие электрохимических методов. Автоматизация измерений в стационарных условиях и в потоке. Принципы детектирования вещества. Электрохимические датчики, детекторы и устройства, сенсоры.

РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ СРЕД

Тема 3.1. Методы анализа окружающей среды (2 ч)

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.

Принцип анализа вещества – физическое явление или эффект, положенные в основу метода анализа вещества. Метод анализа вещества – способ получения информации о химическом составе вещества на основе одного или нескольких принципов анализа. Методика анализа вещества – документированная совокупность процедур и правил, выполнение которых обеспечивает получение результата анализа вещества с установленными характеристиками погрешности. Методика (метод) измерений – совокупность конкретно описанных процедур, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности ГОСТ Р 8.563-2009.

ЭТАПЫ АТТЕСТАЦИИ МЕТОДИКИ:

1. Разработка методики измерений (задача исполнителя)
Осуществляют на основе исходных данных, которые могут быть приведены в техническом задании и других документах. 1.1 Формулирование измерительной задачи и описание измеряемых величин 1.2 Выбор метода и средств измерений 1.3 Установление последовательности и содержания процедур при подготовке и выполнении измерений 1.4 Экспериментальное опробование методики (проведение измерений для их статистической обработки) 1.5 Пропись методики.

2. Метрологическое исследование методики (задача исполнителя и ответственного специалиста–метролога отдела) 2.1 Обработка промежуточных результатов измерений, вычисление окончательных 2.2 Анализ выборок результатов измерений 2.3 Оценка характеристик прецизионности, правильности и точности 2.4 Оценка критериев контроля качества результатов измерений.

3. Аттестация методик (задача юридического лица) Аттестацию методик (методов) измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, проводят аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

КАЧЕСТВО РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ:

– $\pm\Delta$ ТОЧНОСТЬ. В нее входят:

– прецизионность

– правильность

– погрешности СИ $S(x) \Delta \hat{\pm}\Delta_{СИ}$

ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТОДИКИ:

1 Стандартные образцы (СО) – образцы вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала).

2 Образцы, идентичные по составу и структуре с объектами измерений, включенными в область применения методики.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРИ ОТСУТСТВИИ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ:

1 Образцы, идентичные по составу и структуре с объектами измерений, включенных в область применения методики.

2 Стандартные образцы, используемые для градуировки средств измерений.

Оценена правильность измерения компонента в образце, обусловленная только методикой анализа раствора, погрешности процедуры извлечения компонента из твердого образца в раствор не учтены. Результаты анализа твердых объектов гарантируют точность измерений содержания форм компонента образца, перешедших в раствор в условиях, строго регламентированных методикой.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ЛАБОРАТОРИИ

Цель: обеспечение необходимой точности результатов текущего анализа и экспериментальное подтверждение лабораторией своей технической компетентности. Внутренний контроль качества результатов анализа проводят при реализации методик с установленными нормативным документом показателями качества. Внутренний контроль всех видов основан на реализации контрольных процедур оценок погрешности или ее составляющих, выполненных с применением образцов для контроля.

Образцы для контроля: прецизионности – рабочие образцы; правильности и точности – стандартные образцы или аттестованные смеси, рабочие образцы с известной добавкой определяемого компонента.

На аттестацию методик измерений представляют документы: 1 исходные данные на разработку методики измерений; 2 проект документа, регламентирующий методику измерений – пропись методики; 3 программу и результат оценки показателей прецизионности, правильности и точности методики, включая материалы теоретических и экспериментальных исследований методики – отчет.

Тема 3.2. Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов

Обеспечение качества результатов анализа. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Внутрिलाбораторный и внешний контроль качества анализа. Контрольные карты, контрольные точки. Политика и система качества в аналитической лаборатории.

Под **контролем качества** понимается проверка соответствия количественных или качественных характеристик продукции или процесса, от которого зависит **качество продукции**, установленным техническим требованиям.

Контроль качества продукции является составной частью производственного процесса и направлен на проверку надежности в процессе ее изготовления, потребления или эксплуатации.

Суть **контроля качества продукции на предприятии** заключается в получении информации о состоянии объекта и сопоставлении полученных результатов с установленными требованиями, зафиксированными в чертежах, стандартах, договорах поставки, ТЗ, НТД, ТУ и других документах.

Контроль предусматривает проверку продукции в самом начале производственного процесса и в период эксплуатационного обслуживания, обеспечивая в случае отклонения от регламентированных требований качества, принятие корректирующих мер, направленных на производство продукции надлежащего качества, надлежащее техническое обслуживание во время эксплуатации и полное удовлетворение требований потребителя. Таким образом, контроль продукции включает в себя такие меры на месте ее изготовления или на месте ее эксплуатации, в результате которых допущенные отклонения от нормы требуемого уровня качества могут быть исправлены еще до того, как будет выпущена дефектная продукция или продукция, не соответствующая техническим требованиям. Недостаточный контроль на этапе изготовления серийной продукции ведет к возникновению финансовых проблем и влечет за собой дополнительные издержки. **Контроль качества** включает:

- **входной контроль качества сырья**, основных и вспомогательных материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, инструментов, поступающих на склады предприятия;
- **производственный пооперационный контроль** за соблюдением установленного технологического режима, а иногда и межоперационную приемку продукции;
- **систематический контроль** за состоянием оборудования, машин, режущего и измерительного инструментов, контрольно-измерительных приборов, различных средств измерения, штампов, моделей испытательной аппаратуры и весового хозяйства, новых и

находящихся в эксплуатации приспособлений, условий производства и транспортировки изделий и другие проверки;

- **контроль моделей** и опытных образцов;
- **контроль готовой продукции** (деталей, мелких сборочных единиц, подузлов, узлов, блоков, изделий).

Стимулирование качества

Процесс стимулирования качества охватывает:

- разработку документации, отражающей методы и средства мотивации в области обеспечения качества продукции;
- разработку положений о премировании работников предприятия за качество работы (совместно с отделом организации труда и заработной платы);
- обучение и повышение квалификации.

Особым видом **контроля качества** являются испытания готовой продукции – это определение или исследование одной или нескольких характеристик продукции под воздействием совокупности физических, химических, природных или эксплуатационных факторов и условий. Испытания проводятся по соответствующим программам. В зависимости от целей существуют следующие основные виды испытаний:

- предварительные испытания – это испытания опытных образцов для определения возможности приемочных испытаний;
- приемочные испытания – это испытания опытных образцов для определения возможности их постановки на производства;
- приемосдаточные испытания – это испытания каждого изделия для определения возможности его поставки заказчику;
- периодические испытания – это испытания, которые проводятся один раз в 3 – 5 лет для проверки стабильности производства;
- типовые испытания – это испытания серийных изделий после внесения существенных изменений в конструкцию или технологию.

Меры контроля продукции

На различных предприятиях могут применяться следующие меры контроля продукции. На отдельных предприятиях меры контроля продукции могут охватывать весь цикл серийного производства, в течение которого исходные материалы и закупленные элементы превращаются, переходя от одного процесса к другому, в конечный продукт.

Виды контрольных операций

Разнообразие форм и видов контроля качества продукции позволяют выделить следующие виды контрольных операций:

По стадиям жизненного цикла изделия:

- контроль проектирования новых изделий;
- контроль производства и реализации продукции;
- контроль эксплуатации или потребления.

По объектам контроля:

- контроль предметов труда;
- контроль средств производства;
- контроль технологии;
- контроль труда исполнителей;
- контроль условий труда.

По стадиям производственного процесса:

- входной контроль, предназначенный для проверки качества материалов, полуфабрикатов, инструментов и приспособлений до начала производства;
- промежуточный контроль, выполняемый по ходу технологического процесса (пооперационный);
- окончательный приемочный контроль, проводимый над заготовками, деталями, сборочными единицами, готовыми изделиями;
- контроль транспортировки и хранения продукции.

По степени охвата продукции:

Сплошной контроль, выполняемый при 100 %ном охвате предъявляемой продукции.

Выборочный контроль, осуществляемый не над всей массой продукции, а только над выборкой. Обычно он используется в следующих случаях: - при большом числе одинаковых деталей; - при высокой степени устойчивости технологического процесса; - после второстепенных операций. • *По месту выполнения:* При необходимости проверки большого числа одинаковых объектов производства, которые требуют специально оборудованных контрольных пунктов (сложная измерительная аппаратура); При возможности включения работы стационарного контрольного пункта в поток заключительных операций производственного процесса; Скользящий контроль, выполняемый непосредственно на рабочих местах, как правило, в следующих случаях: При проверке громоздких изделий, неудобных для транспортировки; При изготовлении малого числа одинаковых изделий; При возможности применения простых контрольноизмерительных инструментов, либо приборов.

По времени выполнения:

- Непрерывный;
- Периодический.

По организационным формам выявления и предупреждения брака:

Летучий контроль, выполняемый контролером произвольно без графика при систематическом обходе закрепленных за ним рабочих мест; Кольцевой контроль, заключающийся в том, что за контролером закрепляется определенное количество рабочих мест, которые он обходит по кольцу периодически в соответствии с часовым графиком, причем продукция проходит контроль на месте ее изготовления; Статистический контроль, являющийся формой периодического выборочного контроля, основанный на методах математической статистики и позволяющий обнаружить и ликвидировать отклонение от нормального хода технологического процесса раньше, чем эти отклонения приведут к браку; Текущий предупредительный

контроль, выполняемый с целью предупреждения брака в начале и в процессе обработки. Он включает:

- проверку первых экземпляров изделий;
- контроль соблюдения технологических режимов;
- проверку вступающих в производство материалов, инструментов, технологической оснастки и др.

По влиянию на возможность последующего использования продукции:

- Разрушающий контроль;
- Неразрушающий контроль.

По степени механизации и автоматизации:

- Ручной контроль;
- Механизированный контроль;
- автоматизированный (автоматизированные системы управления качеством) контроль;
- автоматический контроль;
- активный и пассивный контроль.

По исполнителям:

- Самоконтроль;
- Контроль мастеров;
- Контроль ОТК
- Инспекционный контроль;
- Одноступенчатый контроль (исполнителя плюс приемка ОТК);
- Многоступенчатый контроль (исполнителя плюс операционный плюс специальный, плюс приемочный).

По используемым средствам:

- **Измерительный контроль качества**, применяемый для оценки значений контролируемых параметров изделия: по точному значению (используются инструменты и приборы шкальные, стрелочные и др.) и по допустимому диапазону значений параметров (применяются шаблоны, калибры и т.п.);
- **Регистрационный контроль качества**, осуществляемый для оценки объекта контроля на основании результатов подсчета (регистрации определенных качественных признаков, событий, изделий);
- **Органолептический контроль качества**, осуществляемый посредством только органов чувств без определения численных значений контролируемого объекта;
- **Визуальный контроль качества**— вариант органолептического, при котором контроль осуществляется только органами зрения;
- **Контроль качества по образцу**, осуществляемый сравнением признаков контролируемого изделия с признаками контрольного образца (эталона);

- **Технический осмотр**, осуществляемый в основном с помощью органов чувств и при необходимости с привлечением простейших средств контроля.

Методы технического контроля характерны для каждого участка производства и объекта контроля. Здесь различают:

- Визуальный осмотр, позволяющий определить отсутствие поверхностных дефектов;
- Измерение размеров, позволяющее определить правильность форм и соблюдения установленных размеров в материалах, заготовках, деталях и сборочных соединениях;
- Общую совокупность субъектов контроля качества продукции можно классифицировать по уровням управления, на которых они осуществляют свою деятельность, а также по видам контроля.

Государственный уровень контроля качества

Так на *общегосударственном* уровне проверками качества выпускаемой и реализуемой продукции, а также применением различных мер воздействия к нарушителям занимаются:

- Госстандарт России и его территориальные органы;
- Органы по сертификации продукции, работ, услуг, систем качества и производств;
- Органы таможенного и антимонопольного регулирования;
- Судебные органы и органы Госарбитража;
- Комиссии местных органов власти.

Отраслевой уровень контроля качества

На *отраслевом* уровне и уровне *предприятий* ведомственный контроль качества продукции в соответствии с закрепленными обязанностями и представленными полномочиями осуществляют:

- Министр и его заместители;
- Главные инспекции по качеству министерств;
- Подразделения контроля качества разработок в научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических организациях отрасли;
- Отраслевые испытательные центры;
- Директора и главные инженеры предприятий отрасли;
- Подразделения контроля качества конструкторской, технологической и другой нормативно-технической документации на предприятиях;
- Авторы конструкторских и технологических разработок, переданных в производство;
- Управления контроля качества производственных объединений и их подразделения;
- Отделы технического контроля предприятий и их подразделения;
- Бюро технического контроля цехов и участков;

- Бригады контролеров ОТК;
- Контролеры ОТК;
- Исследовательские и измерительные лаборатории, контрольно-испытательные станции, подразделения служб главного конструктора, главного технолога, главного механика, главного металлурга, главного метролога, главного бухгалтера, материально-технического снабжения, сбыта, юридический, финансовый и др.;
- Группы качества;
- Мастера;
- Бригадиры;
- Исполнители производственных операций, переведенные на самоконтроль;
- Исполнители производственных операций, не переведенные на самоконтроль;

Межведомственный контроль качества

Межведомственный контроль качества продукции в рамках предоставленных полномочий и действующего законодательства могут осуществлять:

- Органы Госторгинспекции, контролирующие подразделения торговых, снабженческо-сбытовых и других организаций
- Заказчики (представители заказчиков на предприятиях-изготовителях);
- Потребители (их общества, ассоциации, союзы и т.п.).

Каждому из названных субъектов контроля соответствует свой вид контроля качества, отличающийся от других видов.

Отличительные черты эффективного контроля качества

Итак, рассмотрев основные формы и виды контроля качества продукции, можно убедиться, насколько он необходим во всех областях деятельности предприятия. Но для того, чтобы его применение было действительно результативным, эффективный контроль должен иметь следующие характеристики:

- Стратегическая направленность контроля. Для того, чтобы быть эффективным, контроль должен иметь стратегическую направленность, то есть отражать общие приоритеты предприятия и поддерживать их.
- Ориентация на результаты. Необходимо помнить, что конечная цель контроля не в том, чтобы собрать информацию, установить стандарты и выявить проблемы, а в том, чтобы решить задачи, стоящие перед предприятием. Ведь в конечном счете эффективным контроль можно назвать только тогда, когда предприятие фактически достигает желаемых целей.
- Для того, чтобы быть эффективным, контроль должен соответствовать контролируемому виду деятельности. Он должен измерять и оценивать то, что действительно важно.

- Своевременность контроля. Эффективный контроль должен быть своевременным. Это заключается не в исключительно высокой скорости или частоте его проведения, а во временном интервале между проведением измерений и оценок, который адекватно соответствует контролируемому явлению.

- Гибкость контроля. Контроль должен быть достаточно гибким и приспосабливаться к происходящим изменениям.

Контроль качества в масштабах предприятия возложен на **центральную службу контроля качества** (или обеспечения качества), в функции которого входят разработка качественных показателей по всем видам выпускаемой продукции, методов проверки качества и порядка проведения испытаний, анализ рекламаций и порядок их урегулирования, выяснение причин возникновения дефектов и брака и условий их устранения.

Служба контроля осуществляет свою деятельность в тесном контакте с соответствующими службами в производственных отделениях, а также с заводскими службами контроля качества (или отделами технического контроля). Центральная служба контроля может осуществлять проверку качества сырья и материалов, технологического процесса, организации контрольных испытаний, правил приемки, применяемых заводской службой качества или отделом технического контроля, а иногда и выборочно производить проверку качества продукции, уже прошедшей технический контроль.

Одной из важнейших функций центральной службы контроля является планирование и координация всей работы в области обеспечения качества, установление необходимых связей между службами контроля качества в производственных отделениях предприятий. Через центральную службу контроля осуществляется централизация управления в области совершенствования качества выпускаемой продукции.

Таким образом, контроль призван обеспечить проверку исполнения управленческих решений на всех уровнях управления на соблюдение установленных нормативов и условий хозяйственной деятельности предприятия.

В структуре служб контроля качества продукции многих предприятий в основном присутствуют подразделения, обеспечивающие технические и технологические аспекты контроля качества, при этом недостаточно развиты организационно-экономические и информационные функции отделов и управлений технического контроля.

Многие недостатки в работе служб контроля качества продукции на предприятиях в значительной мере обусловлены тем, что персонал подразделений технического контроля не выполняет отдельные виды работ, имеющие важное значение для выпуска продукции стабильно высокого качества, а также тем, что неправильно распределены обязанности по техническому контролю между различными подразделениями и отдельными специалистами соответствующих служб, отсутствуют действенные материальные и моральные стимулы повышения

достоверности и эффективности проверок, нерациональна и неполна организационная структура отделов и управлений технического контроля (в ее составе нередко отсутствуют многие важные подразделения).

Тема 3.3. Вода как объект анализа

Классификация вод. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей качества вод. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам. Автоматизация контроля качества вод. Методы определения показателей качества воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, щелочности, окисляемости и др. Биотестирование как способ оценки качества вод.

Определение индивидуальных неорганических 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.

Вода – это жидкость без вкуса и запаха, которая необходима для жизнедеятельности всех живых существ. Она принимает участие во всех реакциях, протекающих в организме. Недостаток воды в живом организме чреват возникновением обезвоживания. Оно приводит к замедлению всех процессов и может стать причиной гибели организма. Однако не менее важно качество воды. Необходимо, чтобы жидкость не содержала вредных примесей, была безопасной и соответствовала нормам СанПИН. Для этого осуществляется ее анализ и оценка. Она позволяет понять, нужно ли проводить очистку или выполнять иные процедуры. Для определения качества жидкости применяются методики исследования воды.

Причины исследования качества воды.

Владельцы частных скважин, колодцев, а также люди, использующие речную или иную воду, должны регулярно проводить оценку качества воды. Причем необходимо выполнять эту процедуру не реже 1 раза в год, даже если видимые причины для осуществления контроля отсутствуют. Существуют причины, которые способствуют внеплановой проверке:

1. Участок со скважиной был только приобретен. Перед тем, как пользоваться водой, необходимо провести исследование, даже если предыдущий хозяин утверждает, что она безопасна. Ведь если пить неочищенную воду, то в результате есть шанс столкнуться с проблемами со здоровьем.

2. В непосредственной близости от участка произошла техногенная авария. В этом случае есть шанс загрязнения отходами, просочившимися в почву и попавшими в грунтовые воды. Лучше удостовериться в том, что жидкость продолжает оставаться пригодной для питья и иного использования.

3. Цвет, вкус, запах или иные характеристики жидкости изменились. Причем насторожить должно любое отклонение от привычной нормы. Это может свидетельствовать о загрязнении или иных проблемах. Ситуация отразится не только на вкусовых характеристиках жидкости, но и на ее безопасности.

4. Планируется установка системы фильтрации. Фильтры БАРЬЕР способны устранить весь комплекс вредных веществ и сделать воду безопасной. Однако перед тем, как начать их использование, необходимо сделать анализ воды. Это позволит грамотно подобрать фильтр и сократить размер возможных затрат, обеспечив при этом максимальный уровень безопасности.

5. Рядом с участком возводят промышленный объект любого вида. Функционирование предприятия обязательно скажется на экологии в целом и состоянии воды в частности. Важно понять, как именно повлияла работа компании, а затем подобрать фильтр, который блокирует вредные вещества и обеспечит требуемый уровень безопасности.

Типы вод

Методы оценки качества питьевой воды зафиксированы в положениях ГОСТа и СанПИНа. Дополнительно во внимание необходимо принимать гигиенические нормативы и технические условия.

Употребление воды, которая не соответствует установленным нормам, чревато возникновением проблем со здоровьем. Причем они могут быть самыми разнообразными:

- развитием аллергических реакций разной силы;
- появлением заболеваний желудочно-кишечного тракта;
- возникновением пищевых отравлений;
- инфекциями.

Требования, предъявляемые к воде, могут значительно меняться в зависимости от ее категории. Так, классическую водопроводную воду чаще используют для приготовления пищи, питья, иных бытовых целей, а жидкость из рек или озер применяют для полива, технических нужд. Специалисты

определяют целый комплекс требований для каждой из категорий вод. Чтобы ее признали безопасной, все параметры должны быть в пределах нормы. В действующем законодательстве обычно фигурируют следующие типы вод:

1. Водопроводная. В эту категорию включают жидкость, которую поставляют в многоквартирные и частные дома посредством системы центрального водоснабжения. Вода проходит тщательную очистку на специальных предприятиях, занимающихся ее поставкой и обработкой. Такую воду проверяют на предмет присутствия и концентрации органических и неорганических веществ, оценивают радиологические, обобщенные показатели. Их общее количество приближается к 1000.
2. Бутилированная. В категорию попадает жидкость, которая расфасована в емкости и реализуется посредством продаж через специализированные автоматы или полки магазинов. Производители обогащают жидкость необходимыми минеральными веществами, следят за ее составом. К такой воде предъявляются более строгие требования в процессе оценки. В процессе экспертизы специалисты обращают внимание на присутствие токсичных металлов в составе, концентрацию солей и газов разного происхождения, соответствие требованиям бактериальной и радиологической безопасности.
3. Из естественных источников. В эту категорию включают жидкость, которая находится в реках, озерах, колодцах, скважинах, водохранилищах. Предполагается, что такая вода не проходит очистку. По этой причине к ней предъявляются менее строгие требования. Во время оценки специалисты изучают органолептические свойства жидкости. Если вода из этой категории становится основным источником для питья или иных целей, проводить оценку необходимо чаще. Дело в том, что характеристики жидкости из естественных открытых источников меняются довольно часто. Все зависит от времени года и природных явлений. Чтобы провести оценку, необходимо обратиться в специализированную инстанцию, имеющую официальное разрешение на ведение оценочной деятельности. Представители компании выедут на место, возьмут пробы жидкости, а затем изучат их в лабораторных условиях. После этого клиенту предоставят задокументированный результат. Срок анализа зависит от сложности предстоящего исследования.

Методы исследования воды.

Методика определения качества воды подбирается с учетом индивидуальных особенностей ситуации. Ученые создали целый комплекс методов, позволяющих проводить анализ и определять показатели. Сейчас возможно применение следующих способов контроля качества воды:

1. Химический.

В этом случае упор делается на изучение содержания в воде органических и неорганических веществ. Анализ позволяет понять их тип, концентрацию, а также сопоставить полученный результат с существующей нормой и понять, нужно ли осуществлять дополнительную обработку жидкости.

2. Органолептический.

Это довольно простой метод анализа. Он предполагает изучение тех параметров жидкости, которые доступны органам чувств человека. Так, проводится исследование вкуса, запаха, прозрачности и цветности воды. Затем специалист делает соответствующий вывод.

3. Радионуклидный.

Метод позволяет оценить радиационную безопасность жидкости. Во время процедуры осуществляется изучение присутствия альфа-, бета частиц, а также радия. Это крайне важные параметры. Если они сильно завышены, это говорит о необходимости тщательной очистки жидкости или поиска иного источника воды. Иначе есть шанс нанесения серьезного вреда здоровью человека.

4. Микробиологический.

Очень часто этот метод совмещают с проведением паразитологического исследования. Первый способ нацелен на анализ бактериального состава, выявление патогенным микроорганизмов, деятельность которых чревата возникновением заболеваний. Второй способ призван обнаружить присутствие паразитов в жидкости. Их наличие требует проведения тщательной очистки жидкости.

5. Физико-химический. Фактически это целый комплекс методов, который может применяться в процессе осуществления анализа. Во время исследования специалисты оценивают окисляемость, проверяют жесткость, щелочность, минерализацию. Исследование может предполагать использование только 1 метода или применения целого комплекса способов оценки качества. Все зависит от пожеланий клиента. Вместе с результатами исследований он может запросить советы по улучшению качества воды. Таким образом, применяется целый комплекс методов, позволяющих оценить состояние воды, уровень ее безопасности и состав. Они могут применяться в комплексе или по-отдельности. Проводить изучение состава жидкости необходимо не реже 1 раза в год. Если есть причины, процесс может быть осуществлен внепланово.

Основные источники загрязнения воды и наиболее действенные методы очистки.

Экологи не устают обращать внимание общественности на проблемы, связанные с загрязнением воды. За последние десятилетия качество этой жизненно необходимой всем нам жидкости постоянно ухудшается. Промышленные и бытовые стоки, сельскохозяйственные химикаты отравляют воду, и пить ее без предварительной подготовки просто опасно. Причем важно отметить, что причиной загрязнений является не только жизнедеятельность человека: с атмосферными осадками вредные вещества переносятся на очень далекие расстояния, поэтому даже жители экологически безопасных районов должны задуматься об установке фильтрационных систем для очистки воды.

Среди самых опасных загрязнителей – тяжелые металлы, радиоактивные вещества, соединения фосфора и азота, хлор-, бром- и фторсодержащие компоненты, различные болезнетворные микроорганизмы.

Какие источники загрязнений являются наиболее серьезными? Об этом мы поговорим ниже.

Классы опасности.

Согласно законам нашей страны, выделяются пять классов опасности загрязнений природных ресурсов. Наибольший ущерб экологии наносят промышленные стоки. Именно они «поставляют» в воду соли тяжелых металлов, плутоний, полоний, соли свинца и другие радиоактивные микроэлементы. А вот хлориды и сульфаты, которые поступают из сельскохозяйственных удобрений, считаются наименее опасными. Очень серьезной проблемой является и загрязнение воды бытовыми стоками. Когда они очищены некачественно (что, к сожалению, наблюдается в большинстве российских городов), то велика вероятность размножения в воде болезнетворных бактерий.

Классификация источников загрязнения и методы очистки.

Условно можно выделить пять категорий загрязнителей, наносящих наибольший вред здоровью человека. Это:

- нефтепродукты;
- бытовые стоки;
- промышленные стоки;
- микроорганизмы;
- химикаты из сельскохозяйственных удобрений.

В зависимости от того, каков источник загрязнения, выбирается и способ очистки воды, и тип системы фильтрации. Перед тем как отдать предпочтение тому или иному варианту, необходимо провести комплексный химический анализ воды, который позволит выявить отклонения от ПДК.

В целом специалисты дают следующие рекомендации:

1. При загрязнении воды органическими веществами, вызванном отмиранием микроорганизмов и естественными обменными процессами в природе, лучше всего использовать хлорирование, УФ-излучение.
2. Для очистки от промышленных стоков (причины их попадания в воду – устаревшие технологии очистки, аварии на станциях) используют сорбцию или ионный обмен.
3. Для избавления от бытовых стоков подойдет мембранная очистка.
4. Если вода загрязнена нефтепродуктами, поможет мембранная очистка или окисление.
5. Когда источник загрязнения – сельскохозяйственные удобрения, поможет механическая фильтрация, мембранная очистка или ионный обмен. Основными причинами попадания химикатов в воду являются превышение нормы внесения в почву удобрений, а также использование медленно разлагающихся пестицидов и гербицидов. Основными разновидностями фильтров, которые предлагаются сегодня на рынке, являются:

- обратноосмотический;
- ионообменный;
- сорбционный;

- фильтр обезжелезивания;
- УФ-обеззараживание.

С каждым годом методы водоочистки совершенствуются, и водопроводная вода становится более безопасной для граждан. Однако нужно принимать во внимание и появление новых материалов: в их состав входят микро- и наночастицы, которые не улавливаются пористыми системами фильтрации.

Ионная хроматография (ИХ) как высокоэффективный метод определения анионов в воде предложена в 1975 году. Возможность одновременного определения нескольких компонентов в одной пробе с минимальной границей определяемых содержаний на уровне $10^{-7}\%$, широкий диапазон систем детектирования, простота, надежность и относительная дешевизна анализа обусловили внедрение ИХ в аналитическую практику. В настоящее время ионную хроматографию успешно используют для определения не только неорганических катионов и анионов, но и достаточно сложных органических молекул, в том числе и способных к диссоциации в узком диапазоне рН. Цель данного обзора — обобщить основные подходы к определению ионогенных соединений в образцах, содержащих микроколичества компонентов, таких как высокочистые воды, применяемые в полупроводниковой промышленности и энергетике, природные воды, снег и льды с низким содержанием загрязнителей. Ионная хроматография – метод качественного и количественного определения ионов в растворах. Он позволяет определять неорганические и органические анионы, катионы щелочных и щелочноземельных металлов, катионы переходных металлов, амины и другие органические соединения в ионной форме. Во всем мире ионная хроматография используется чаще других методов, обеспечивая выявление множества компонентов в любой воде. Типы вод весьма разнообразны: технологическая вода, которая используется в производстве и может в зависимости от задач иметь различный состав; питьевая вода, контроль состава которой – важнейшая задача для сохранения здоровья населения; особо чистая вода (применяется на тепловых и атомных электростанциях), требующая особого контроля, и, наконец, сточные воды и выбросы предприятий и коммунальных хозяйств. Все они имеют свои особенности: подземные и сточные воды часто сильно минерализованы, причем состав последних может изменяться в широких пределах; поверхностные и питьевые воды, как правило, содержат определяемые компоненты в очень малых количествах. Во всех типах вод компоненты могут существенно различаться по уровню концентраций – от долей микрограмма до грамма на 1 л. Особенно важным является определение загрязняющих компонентов, присутствие которых в воде нежелательно или недопустимо. До появления ионной хроматографии не было эффективного метода определения ионов с такой чувствительностью, селективностью, воспроизводимостью и скоростью анализа. Этот метод в большинстве случаев не требует пробоподготовки, хотя при необходимости проба может фильтроваться и разбавляться. Кроме того, ионная хроматография, в отличие от обычных, уже

устаревших методов «мокрой химии», позволяет проводить определение за один анализ сразу группы ионов, например, неорганических анионов и органических кислот, либо щелочных, щелочноземельных металлов и аминов. Причем компоненты пробы могут находиться в разных диапазонах концентраций. Для проведения анализов используются ионные хроматографы. Основным элементом любого хроматографа является разделяющая аналитическая колонка. Универсальные колонки с невысокой эффективностью и селективностью безвозвратно уходят в прошлое, их сменяют высокоэффективные специализированные ионохроматографические колонки. Ниже описано использование метода ионной хроматографии для определения неорганических анионов и катионов, органических кислот, аминов и переходных металлов в воде, а также приводятся примеры хроматограмм, полученных на колонках корпорации Dionex (США).

Неорганические анионы Анализ таких неорганических анионов, как фторид, хлорид, нитрит, нитрат, сульфат и фосфат, методом ионной хроматографии многие годы является самым распространенным во всем мире. Кроме ионохроматографических колонок для определения основных неорганических анионов разработаны и успешно применяются высокоэффективные колонки, наряду со стандартными анионами они выявляют и оксианионы, такие как оксихалиды: хлорит, хлорат, бромат и др.

Органические кислоты Наряду с неорганическими анионами в водах различного типа могут присутствовать и анионы органических кислот, например ацетаты, формиаты, пропионаты, оксалаты, цитраты и др. Для таких проб используются высокоэффективные аналитические колонки большой емкости.

Неорганические катионы Высокочувствительное и высокоэффективное определение катионов щелочных и щелочноземельных металлов с помощью ионной хроматографии также является типовым методом анализа в мировой аналитической практике.

Амины Создание высокоэффективных сорбентов для катионного анализа позволяет проводить на одной колонке одновременное определение катионов щелочных и щелочноземельных металлов, а также алифатических и ароматических аминов.

Переходные металлы Если перед аналитиком стоит задача определения не суммарного содержания, а лишь подвижной формы переходных («тяжелых») металлов или металлов в определенной степени окисления, ему может помочь только метод ионной хроматографии. В отличие от предыдущих примеров, где определение веществ. Ионная хроматография – прекрасно разработанный, высокоэффективный и быстрый метод анализа очень широкого ряда наиболее часто определяемых веществ в водах любого типа. Отсутствие сложной пробоподготовки, высокие чувствительность и скорость анализа, а также большое разнообразие определяемых компонентов в воде делают этот метод идеальным для использования в аналитических лабораториях, постоянно проводящих анализ воды любого состава – от высокочистой до стоков и выбросов предприятий и коммунальных хозяйств.

Метод ионометрии основан на измерении активности (концентрации) определяемых ионов с помощью ионоселективных (индикаторных) электродов. Ионоселективный электрод обладает избирательной

чувствительностью к определенному виду ионов, от содержания которых зависит его потенциал. В основу ионометрии положен принцип потенциометрического анализа, заключающийся в измерении разности потенциалов (электродвижущей силы) индикаторного ионоселективного электрода и электрода сравнения, потенциал которого постоянен.

Зависимость электродвижущей силы электродной системы от активности потенциалопределяющего иона описывается уравнением Нернста:

Для очень разбавленных растворов коэффициент активности близок к единице и активность ионов равна концентрации.

Ионометрические измерения осуществляют с использованием иономера (высокоомного потенциометра с входным сопротивлением по крайней мере в 100 раз большим, чем сопротивление используемых электродов), который включает в себя электродную систему и измерительный преобразователь.

В качестве ионоселективных электродов используют различные электроды: с жидкой (пластифицированные электроды) или с твердой мембраной (монокристаллические, поликристаллические или стеклянные электроды); электроды с заряженными (положительно или отрицательно) или нейтральными подвижными носителями; сенсibilизированные электроды (электроды с ферментативной подложкой, газ-индикаторные электроды). Электродом сравнения служит, главным образом, хлорсеребряный электрод или каломельный электрод с соответствующими индифферентными соединительными жидкостями.

Показания прибора снимают в милливольтках или в единицах рХ. Подготовка иономера к работе и проведение измерений проводят согласно инструкциям, прилагаемым к прибору. Измерения выполняют при постоянной температуре $\pm 0,5$ °С и постоянной ионной силе раствора.

Помещают электроды в испытуемый раствор и снимают установившееся показание при медленном и постоянном перемешивании.

При частых измерениях периодически проверяют стабильность отклика и линейность градуировочного графика в диапазоне концентраций испытуемого раствора. В противном случае проверку проводят перед каждым измерением.

1. Метод градуировочного графика

Метод градуировочного графика заключается в построении графика зависимости электродвижущей силы электродной системы от логарифма концентрации стандартных растворов и последующем нахождении концентрации испытуемого раствора по измеренному в нем значению электродвижущей силы электродной системы. Градуировочный (калибровочный) график строится микропроцессором измерительного преобразователя автоматически на основе введенных в него значений электродвижущей силы электродной системы и соответствующих им значений рХ при калибровке иономера в стандартных растворах (двух и более). Подбор концентраций стандартных растворов должен соответствовать диапазону концентраций испытуемых растворов: крайние значения концентраций испытуемых растворов должны находиться внутри линейной

области калибровочного графика. Значение pX в испытуемом растворе находится автоматически с использованием градуировочного графика по измеренному значению электродвижущей силы электродной системы (E).

2. Метод стандартных добавок

Метод применим в линейных областях калибровочной кривой.

2.1. Метод многократных добавок

В испытуемый раствор объёмом V , приготовленный как указано в фармакопейной статье, вводят несколько (не менее трёх) порций объёмом V_0 ($V_0 \leq 0,01 V$) раствора с известной концентрацией определяемого иона, соблюдая условие неизменной ионной силы в растворе. Измеряют потенциал до и после каждой добавки, и вычисляют разность ΔE между потенциалом, измеренным после прибавления раствора с известной концентрацией, и исходным потенциалом испытуемого раствора.

3. Потенциометрическое определение pH

Водородным показателем pH , характеризующим концентрацию ионов водорода в водных растворах, называют отрицательный десятичный логарифм активности ионов водорода

Потенциометрическое определение pH заключается в измерении электродвижущей силы электродной системы, где в качестве ионоселективного электрода используют чувствительный к ионам водорода электрод (обычно стеклянный), в качестве электрода сравнения – стандартный электрод с известной величиной потенциала (насыщенный каломельный или хлорсеребряный электроды). На практике для измерения pH применяют метод градуировочного графика. pH испытуемого раствора связан с pH стандартного раствора следующим уравнением:

Оборудование. В качестве прибора для потенциометрического определения pH используют иономеры или pH -метры с чувствительностью не менее 0,05 единиц pH или 3 мВ. Калибровку приборов проводят по стандартным буферным растворам.

Методика. Все измерения проводят при одной и той же температуре в интервале от 20 до 25 °С, если нет других указаний в фармакопейной статье. В табл. 2 приведена зависимость значений pH от температуры для различных стандартных буферных растворов, используемых для калибровки прибора. Для приготовления указанных растворов могут быть использованы стандарт-титры для приготовления буферных растворов - рабочих эталонов pH промышленного производства.

Тема 3.4. Воздух как объект анализа

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.

Тема 3.5. Почва как объект анализа

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.

Тема 3.6. Пища как объект анализа

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.

РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Тема 4.1. Методы анализа угля (2 ч)

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.

Тема 4.2. Методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов)

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.

Тема 4.3. Нефть и нефтепродукты как объект анализа

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.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки.

2. Классификация методов концентрирования и разделения, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения.

3. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов.

4. Сорбционное концентрирование микроэлементов. Сорбционное концентрирование органических соединений. Твердофазная экстракция.

5. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы. *Кондуктометрия*. Теоретические основы метода. Постоянноточковые и переменноточковые методы кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение прямых и титриметрических вариантов метода. *Диэлектрометрия*. Теоретические основы. Методы измерений и практическое применение в анализе природных объектов. *Потенциометрические* методы, их классификация.

6. Нормальная и дифференциальная импульсная вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия. Развитие электрохимических методов. Автоматизация измерений в стационарных условиях и в потоке. Принципы детектирования вещества. Электрохимические датчики, детекторы и устройства, сенсоры.

7. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Внутрिलाбораторный и внешний контроль качества анализа. Контрольные карты, контрольные точки. Политика и система качества в аналитической лаборатории.

8. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей качества вод. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам. Автоматизация контроля качества вод. Методы определения показателей качества воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, щелочности, окисляемости и др. Биотестирование как способ оценки качества вод.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Определение компонентов, определяющих пищевую ценность продукта.
2. Вещества, имеющие растительное и животное происхождение и особенности их анализа.
3. Биологические свойства почвы и направления их регулирования.
4. Комплексные соединения и их роль в сельском хозяйстве.
5. Обработка и хранение проб и их оптимизация.
6. Методы химического анализа и изучения веществ.
7. Анализ исследований по действию реагентов и реагентных режимов при флотации углей.
8. Критерии выбора аполярных реагентов.
9. Исследование действия гетерополярных реагентов при флотации углей.
10. Способы повышения эффективности действия реагентов при флотации углей.
11. Гранулометрический и фракционный состав исследуемых углей.
12. Петрографический состав и минералогическая характеристика исследуемых углей.
13. Физико-химические особенности исследуемых углей, определяющие их гидрофобизационные свойства.
14. Вращающийся дисковый электрод с кольцом.
15. Цилиндрический вращающийся электрод.
16. Микро– и ультра-микроэлектроды: особенности изготовления, области применения.
17. Ферментные электроды.
18. Особенности электрохимического поведения полупроводниковых материалов (n-; p-типа).
19. Ртутный капаящий электрод. Особенности конструкции, области применения.
20. Угольные пастовые электроды.

21. Электроды Кларка.
22. Природа предельных токов на потенциостатических поляризационных кривых.
23. Методы определения тока обмена.
24. Методы определения чисел переноса.
25. Способы повышения точности полярографического количественного анализа.
26. Амперометрическое титрование: основы метода.
27. Инверсионная вольтамперометрия.
28. Инверсионная вольтамперометрия с накоплением.
29. Способы компенсации iR -погрешностей при поляризационных измерениях
30. Импульсный гальваностатический метод.
31. Импульсный потенциостатический метод

КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Для определения $(\text{BiO})_2\text{CO}_3$ ($M = 509,97$ г/моль) в образце лекарственного средства навеску массой $0,2212$ г растворили в разбавленной азотной кислоте и осадили Bi^{3+} в виде BiOCl добавлением хлорид-ионов. После высушивания при 100°C масса данного осадка 54 оказалась равной $0,0555$ г. Рассчитайте массовую долю $(\text{BiO})_2\text{CO}_3$ в образце.

2. Навеску массой $2,8988$ г образца растёртых таблеток, содержащих FeSO_4 , растворили в азотной кислоте. Полученный раствор нагрели для окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} , а затем с помощью раствора аммиака получили осадок $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. В результате прокаливании этого осадка был получен Fe_2O_3 массой $0,3128$ г. Рассчитайте массу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в расчёте на среднюю массу одной таблетки, если масса 20 анализируемых таблеток равна $20,9820$ г.

3. Навеску лекарственного вещества салициламида ($M = 137,14$ г/моль) массой $0,2177$ г гидролизovali. Выделившийся аммиак поглотили $40,00$ мл $0,09946$ М HCl . Для титрования избытка кислоты потребовалось $24,10$ мл раствора гидроксида натрия, имеющего титр по HCl $3,646 \cdot 10^{-3}$ г/мл. Рассчитайте массовую долю салициламида в образце.

4. Лекарственное вещество дибазол ($M = 244,73$ г/моль) обладает спазмолитическим действием. Серию таблеток дибазола подвергли анализу. 20 таблеток измельчили. Навеску полученного порошка массой $1,0320$ г обработали хлороформом для извлечения дибазола. Хлороформный раствор упарили до 1 мл, добавили 10 мл CH_3COOH и 5 мл раствора ацетата ртути (II) в CH_3COOH . На титрование полученного раствора было затрачено $3,15$ мл $0,1000$ М HClO_4 . Рассчитайте массу дибазола в 1 таблетке, если известно, что масса 20 анализируемых таблеток была равна $5,2100$ г.

5. Навеску порошка растёртых таблеток антибактериального средства фталазола ($M = 403,4$ г/моль) массой $0,5124$ г растворили в 20 мл диметилформамида. Для титрования полученного раствора было затрачено $12,75$ мл $0,1000$ М раствора NaOH в смеси метилового спирта и бензола. Рассчитайте массу лекарственного вещества в 1 таблетке, если масса 20 таблеток данной серии равна $19,904$ г. Фталазол в условиях титрования ведёт себя как двухосновная кислота.

6. Димедрол $[(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{CHOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}(\text{CH}_3)_2] + \text{Cl}^-$ ($M = 291,82$ г/моль) обладает антигистаминным действием и используется для лечения аллергических заболеваний. Пробу объёмом $5,00$ мл инъекционного раствора димедрола выпарили досуха. К сухому остатку добавили 10 мл CH_3COOH и 3 мл раствора ацетата ртути (II) в CH_3COOH . Определите концентрацию димедрола в инъекционном растворе (г/мл), если известно, что для титрования полученного раствора было затрачено $8,52$ мл $2,00 \cdot 10^{-2}$ М HClO_4 .

7. Пробу массой $2,4550$ г образца хлорной извести растёрли с водой. Образовавшуюся однородную массу количественно перенесли в мерную колбу вместимостью $250,0$ мл и довели водой до метки. К $25,00$ мл раствора прибавили 10 мл раствора KI (100 г/л), 10 мл $8,3\%$ -ного раствора HCl и оттитровали выделившийся иод раствором $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Рассчитайте массовую

долю активного хлора в образце, если для титрования израсходовано 22,90 мл 0,1000 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

8. Чистая руда почти никогда не встречается в природе. Почти всегда полезное ископаемое перемешано с «пустой», ненужной горной породой. Процесс отделения пустой породы от полезного ископаемого называют обогащением руды. Для обогащения руды можно использовать явление смачивания. Смачивание (несмачивание) — явление, наблюдаемое при взаимодействии жидкостей с поверхностями твёрдых тел. Например, вода смачивает чистое стекло (растекается по поверхности), но не смачивает жирные поверхности (собирается в капли). Можно ли используя флотацию, сделать так, чтобы пустая порода всплывала вверх, а крупницы руды оседали на дно? Ответ поясните.

9. На золотоизвлекательной фабрике с годовой производительностью 15 млн. т/год перерабатывается сульфидная руда с содержанием золота 2,9 г/т. После дробления, измельчения и классификации руда поступает на флотацию. Выход флотоконцентрата составляет 4,5 %. Операционное извлечение золота на флотации - 91 %. Далее флотоконцентрат поступает на участок сорбционного выщелачивания, при этом содержание золота в хвостах сорбционного выщелачивания флотоконцентрата составило 1,2 г/т. Хвосты флотации также направляются на цианирование с извлечением золота из них 40 %. Требуется определить: 1. С каким содержанием золота поступает флотоконцентрат на сорбционное выщелачивание? 2. Определить содержание золота в хвостах флотации после выщелачивания. 3. Определить сквозное извлечение золота из руды в катодный осадок.

10. Золотосодержащий флотационный концентрат, содержащий, %: Fe-56; S-28; As-21 подвергают двухстадийному обжигу перед цианированием. Температура 450 и 750 0C первой и второй стадии соответственно. Можно ли проводить обжиг в одну стадию при температуре 750 0C?

11. Слабая органическая кислота HA с константой диссоциации K_a (в воде) распределена между органическим растворителем и водой. Предположим, что в органическую фазу экстрагируется только непродиссоциировавшая кислота HA (коэффициент распределения K_d), а в органической фазе с ней не происходит никаких превращений. Выведите выражение для зависимости коэффициента распределения D от $[\text{H}^+]$ в водной фазе. Сделайте выводы из полученного выражения.

12. Бензойная кислота и фенол – слабые одноосновные карбоновые кислоты с константами диссоциации 6.6×10^{-5} и 1×10^{-10} , соответственно. Диэтиловый эфир может экстрагировать из водной фазы только нейтральные формы обеих кислот. Нарисуйте график зависимости отношения D / K_d от pH для каждого соединения. Используя графики, предложите метод разделения смеси этих двух кислот.

13. При кондуктометрическом титровании 50 мл раствора HCl 0,01 моль-экв/л NaOH были получены следующие данные:

V_{NaOH} , мл	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
χ См·м ⁻¹	1,50	1,09	0,67	0,63	0,99	1,35

Рассчитайте концентрацию HCl по данным кондуктометрического титрования.

14. Какие определения невозможно выполнить методом прямой кондуктометрии: а) определение качества дистиллированной воды; б) содержания натрия и калия в морской воде; в) общего содержания примесей в технической серной кислоте; г) общего содержания солей в минеральных водах? Ответ поясните.

15. На кулонометрическое титрование 10 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ иодом, генерируемым в кулонометрической ячейке, понадобилось 22 мин при силе тока 300 мА. Определить количество затраченного электричества и молярную концентрацию эквивалента раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

16. На полное восстановление цинка в кулонометрии понадобилось 26 мин при силе тока 100 мА. Определить содержание (г) и концентрацию (моль/л) цинка в растворе, если на кулонометрический анализ было взято 10 мл раствора.

17. Рассчитайте толщину золотой фольги, если при прохождении через нее интенсивность излучения уменьшилась в 5 раз. Коэффициент поглощения составляет $111,3 \text{ см}^2/\text{г}$ (линия $\text{K}\alpha$), плотность золота равна $19,28 \text{ г/см}^3$.

18. Результаты эксперимента показали, что оптическая плотность раствора с массовой концентрацией β -бензойной кислоты, равной $1,5 \text{ мг/100 см}^3$, составляет 0,245. Какой молярный коэффициент поглощения при измеряемой длине волны имеет бензойная кислота, молярная масса которой равна $122,1 \text{ г/моль}$?

19. Навеску урановой руды массой $1,00 \text{ г}$ растворяют в кислоте и разбавляют в мерной колбе до $250,0 \text{ см}^3$. К аликвотной части этого раствора $10,0 \text{ см}^3$ прибавляют реактив арсеназо- и после развития окраски раствор разбавляют до $100,0 \text{ см}^3$ в мерной колбе. Пропускание полученного раствора, измеренное в кювете с $l = 1,0 \text{ см}$ при $\lambda = 595 \text{ нм}$, оказалось равным 40 %. Молярный коэффициент $\epsilon_\lambda = 1,43 \cdot 10^4 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Определите процентное содержание урана в урановой руде.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

**по учебной дисциплине «Современные методы химических исследований
природных сред»**

для магистрантов специальности 7-06-0113-03 «Природоведческое образование»

1. Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением.

Достоинства и недостатки.

2. Современное состояние и перспективы развития методов анализа природных и промышленных объектов. Внелабораторный анализ. Вещественный анализ. Обобщенные показатели качества воды, почвы.

3. Флотация после осаждения и ионная флотация. Факторы, влияющие на флотационное концентрирование. Селективное растворение. Растворители, обеспечивающие избирательность растворения. Примеры использования селективного растворения в фазовом анализе неорганических материалов и для концентрирования микроэлементов при анализе почв и растений.

4. Классификация методов концентрирования и разделения, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования.

5. Экстракция. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений. Сверхкритическая флюидная экстракция: достоинства и ограничения метода.

6. Сорбционное концентрирование микроэлементов.

7. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы.

8. Нормальная и дифференциальная импульсная вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия. Развитие электрохимических методов.

9. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Внутрелабораторный и внешний контроль качества анализа.

10. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей качества вод. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам.

11. Методы отбора проб воздуха. Определение соединений серы, азота, оксида углерода, озона.

12. Химический состав почв. Методы отбора и подготовки проб к анализу. Методы интенсификации пробоподготовки.

13. Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. Методы их извлечения, концентрирования, разделения.

14. Методы анализа технических объектов.

15. Уголь как объект анализа.

16. Методы определения примесей мышьяка, селена в воде, углях, почве.

17. Методы определения суммы тяжелых металлов в воде.
18. Методы определения микропримесей металлов в питьевой воде.
19. Почва и отходы как объекты анализа. Отбор проб почв, подготовка к анализу. Методы разложения проб. Интенсификация пробоподготовки.
20. Подвижные формы соединений элементов в почвах, методы извлечения и определения. Пробоподготовка при определении валового содержания соединений элементов в почвах.
21. Методы определения органических загрязнителей (пестицидов, фенолов и др.) в воде и других объектах.
22. Вода как объект анализа. Отбор проб воды, консервирование, подготовка к анализу.
23. Методы определения фторидов в воде, почве.
24. Методы определения микроэлементов в золе углей.
25. Определение показателей качества питьевой воды. Проблемы анализа воды специального назначения (бутилированной и др.).
26. Методы определения анионов в почве, воде.
27. Методы определения влаги, зольности, серы в угле.
28. Методы определения нитратов в пищевых продуктах, воде.
29. Определение активного хлора в воде.
30. Методы определения сульфатов, хлоридов в воде, почвенных вытяжках.
31. Составные части аналитической методики.
32. Определение химических показателей качества воды. Жесткость. Современные методы определения жесткости воды.
33. Определение обобщенных показателей качества воды. Методы определения окисляемости. ХПК, перманганатный индекс, общего углерода, сухого остатка и др. Автоматические методы определения обобщенных показателей.
34. Методы концентрирования и разделения в анализе вод.
35. Контроль качества аналитических работ в области анализа объектов окружающей среды, промышленных объектов. Аккредитация аналитической лаборатории. Химические сенсоры в анализе природных и промышленных объектов.

УЧЕБНО-ПРОГРАММНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Аналитическая химия. Сборник задач : учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальности 1-79 01 08 «Фармация» / А. В. Юреня [и др.] ; Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. фармацевт. химии. - 2-е изд. - Минск : БГМУ, 2021. - 192 с.

Дополнительная:

2. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : учеб. пособие для студентов вузов по фармацевт. и хим. специальностям / А. И. Жебентяев. – Мн. : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2013. – 206 с.

3. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учеб. пособие для студентов вузов по фармацевт. и хим. специальностям / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – 2-е изд. – Минск : Новое знание, 2011 ; М. : ИНФРА-М, 2011. – 542 с.

4. Аналитическая химия. Лабораторный практикум : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по хим. специальностям / А. Н. Трифонова, И. В. Мельситова. – Минск : Выш. шк., 2013. – 160 с.

5. Гильманшина, С. И. Основы аналитической химии : курс лекций : учеб. пособие для студентов и преподавателей вузов / С. И. Гильманшина. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 224 с.

6. Никольский, А. Б. Физические методы исследования неорганических веществ : учеб. пособие для студентов вузов / под ред. А. Б. Никольского. – М. : Академия, 2006. – 448 с.

7. Шершавина, А. А. Физическая и коллоидная химия. Методы физико-химического анализа : учеб. пособие / А. А. Шершавина. – М. : Новое знание, 2005. – 800 с.

8. Васильев, В. П. Аналитическая химия : учеб. для вузов : в 2 ч. Ч. 2 : Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. – М. : Высш. шк., 1989. – 384 с.

9. Асатиани, В. С. Ферментные методы анализа / В. С. Асатиани ; АН Грузинской ССР. – М. : Наука, 1969. – 740 с.

10. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1961. - 492 с.

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

_____ А.И.Жук

_____ 2025 г.

Регистрационный № УД-_____

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРИРОДНЫХ СРЕД**

учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности:

7-06-0113-03 Природоведческое образование

2025 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта углубленного высшего образования по специальности 7-06-0113-03 Природоведческое образование (18.05.2023 № 160) и учебного плана специальности 7-06-0113-03 Природоведческое образование (19.02.2025 № 42-2025/y)

СОСТАВИТЕЛИ:

А.Л.Козлова-Козыревская, заведующий кафедрой химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук, доцент;

Е.Н.Мицкевич, старший преподаватель кафедры химии и методики преподавания химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра аналитической химии учреждения образования «Белорусский государственный университет»;

Е.В.Жудрик, доцент кафедры биологии и методики преподавания биологии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой химии и методики преподавания химии

(протокол № 9 от 28.03.2025 г.)

Заведующий кафедрой _____ А.Л.Козлова-Козыревская

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

(протокол № _4_ от __15.04.2025)

Оформление учебной программы и сопровождающих её материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист отдела _____ А.И.Юркевич

магистратуры

Директор библиотеки _____ Н.П.Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Современные методы химических исследований природных сред» предусмотрена образовательным стандартом и учебным планом подготовки магистров по специальности 7-06-0113-03 Природоведческое образование и относится к циклу дисциплин (спецкурс) профессиональной подготовки. Изучение учебной дисциплины в существенной степени дополняет химическую подготовку специалистов и относится к модулю дисциплин по выбору компонента учреждения образования.

Полученные знания будут использованы для организации научно-исследовательской и проектной деятельности обучающихся, для подготовки к олимпиадам по химии (практическим и теоретическим турам).

Цель учебной дисциплины – систематизировать, расширить и углубить знания о закономерностях, областях применения различных методов химических исследований при исследовании природных сред.

В ходе изучения учебной дисциплины необходимо научить магистрантов подходам к выбору наиболее эффективных методов разделения и концентрирования компонентов анализируемых образцов в соответствии с поставленной задачей, грамотному, квалифицированному применению выбранных методов на практике, углубить знания 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.

К основным задачам учебной дисциплины относятся:

- изучение основ и практического приложения основных современных методов разделения и концентрирования;
- изучение экспериментальных методов проведения соответствующего этапа анализа разнообразных реальных объектов в соответствии с существом решаемой задачи;
- 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.

Содержание учебной дисциплины «Современные методы химических

исследований природных сред» обеспечивает углубление профессиональной подготовки, полученной студентами при изучении учебных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Физико-химические методы исследования», «Коллоидная химия».

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен:
знать:

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

уметь:

- выбрать подходящие (рациональные) методы определения аналитов, исходя из свойств аналита, объекта анализа, требований ГОСТ, заказчика работать на современной научной аппаратуре;

владеть:

- навыками аналитических исследований;
- навыками поиска научной и технической информации о методах анализа природных и промышленных объектов;
- получения и обработки аналитических сигналов с применением разной аппаратуры;
- приемами и методами проверки правильности и воспроизводимости результатов анализа, оценки качества.

Освоение учебной дисциплины «Современные методы химических исследований природных сред» должно обеспечить формирование у обучающихся следующей специализированной **компетенции**:

СК – Применять современные методы химических исследований для оценки состояния природных сред.

Изучение учебной дисциплины «Современные методы химических исследований природных сред» содействует развитию профессиональной эрудиции и творческого мышления магистрантов. Рассматриваемые вопросы позволяют углубить и конкретизировать знания о химических методах исследования природных сред, овладеть методами оценки их состояния.

МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;

– элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые при самостоятельной работе.

При преподавании учебной дисциплины целесообразно применять разнообразные сочетания элементов проблемного и развивающего обучения, индивидуально ориентированного подхода, модульной и проектной технологии, технологии ТСО, а также разные формы моделирования. При этом широко используются специфические для химии методы обучения, а именно – химический эксперимент и решение химических задач.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для диагностики достижений магистрантов используется следующий диагностический инструментарий:

- презентация выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- коллоквиум;
- обсуждение реферата;
- критериально-ориентированные задания в тестовой форме по отдельным разделам (темам) учебной дисциплины;
- сдача зачета по учебной дисциплине.

В учебной программе отражены современное состояние и пути развития современных аналитических методов исследования природных сред. Это позволит будущему преподавателю в теоретическом плане быть более мобильным и отзывчивым к запросам времени.

Основными формами занятий по данной учебной дисциплине являются лекции и практические занятия. Лекции могут носить проблемный характер, быть направленными на рассмотрение основных вопросов программы. Во время лабораторных занятий формируются навыки экспериментальной работы; связь с лекционным курсом осуществляется через систему коллоквиумов согласно тематике лабораторного практикума. На практических занятиях углубленно обсуждаются теоретические вопросы курса, они направлены на отработку умений и навыков по применению полученных на лекциях знаний. Контроль усвоения знаний, навыков и умений осуществляется в виде устного контроля, тестирования и зачета.

Всего на изучение учебной дисциплины «Современные методы химических исследований природных сред» отводится для очной (дневной) формы получения углубленного высшего образования 96 часов (3 з.е.), из них 34 аудиторных часа. Распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 12 часов, практические занятия – 22 часа, самостоятельная работа – 62 часа. Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета в 1 (первом) семестре.

Всего на изучение учебной дисциплины на заочной форме получения образования отводится 96 часов (трудоемкость учебной дисциплины 3 зачетные единицы), из них аудиторных 8 часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий: 2 часа лекций, 6 часов практических занятий. Самостоятельная работа магистранта составляет 88 часов. Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета во 2 (втором) семестре.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

(дневная форма получения образования)

Название учебной дисциплины	Семестр	Количество часов учебных занятий						Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	Из них					
				лекции	практические	Семинарские	лабораторные		
Современные методы химических исследований природных сред	1	96	34	12	22	-	-	62	зачет
Всего часов		96	34	12	22	-	-	62	

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

(заочная форма получения образования)

Название учебной дисциплины	Семестр	Количество часов учебных занятий						Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	Из них					
				лекции	практические	Семинарские	лабораторные		
Современные методы химических исследований природных сред	2	96	8	2	6	-	-	88	зачет
Всего часов		96	8	2	6	-	-	88	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема 1.1. Дистилляционные методы концентрирования

Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки. Требования к коллектору и пути его выбора. Неорганические и органические соосаждители. Примеры использования соосаждения для концентрирования неорганических и органических соединений.

Тема 1.2. Флотация

Техника осуществления метода. Флотация после осаждения и ионная флотация. Факторы, влияющие на флотационное концентрирование. Селективное растворение. Растворители, обеспечивающие избирательность растворения. Примеры использования селективного растворения в фазовом анализе неорганических материалов и для концентрирования микроэлементов при анализе почв и растений. Пробирная плавка. Существо метода и его значение при определении благородных металлов. Примеры использования. Примеры использования методов для выделения и концентрирования микроэлементов и органических соединений из различных объектов: объекты окружающей среды (различные типы вод, почвы, воздух), пищевых продуктов, биологических и других объектов.

Тема 1.3. Методы разделения и концентрирования

Классификация методов концентрирования и разделения, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные методы.

Тема 1.4. Экстракционные методы.

Этапы развития, современное состояние. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений. Сверхкритическая флюидная экстракция: достоинства и ограничения метода.

Тема 1.5. Сорбционные методы концентрирования.

Параметры сорбции. Основные типы сорбентов. Сорбционное концентрирование микроэлементов. Сорбционное концентрирование органических соединений. Твердофазная экстракция.

РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Тема 2.1. Общая характеристика электрохимических методов анализа природных сред

Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы. *Кондуктометрия*. Теоретические основы метода. Постоянноточковые и переменноточковые методы кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение прямых и титриметрических вариантов метода. *Диэлектрометрия*. Теоретические основы.

Методы измерений и практическое применение в анализе природных объектов. *Потенциометрические* методы, их классификация. Потенциометрия в отсутствие тока и при контролируемом постоянном токе. Прямая потенциометрия – рН-метрия и ионометрия. Теория мембранных потенциалов и мембранного транспорта. Титрование обратимых и необратимых редокс-систем. *Кулонометрические* методы. Классификация методов. Теоретические основы потенциостатической и гальваностатической (амперостатической) кулонометрии. Кулонометрическое титрование. Способы генерирования электрохимических титрантов, индикация момента окончания процесса. Аппаратура для кулонометрических измерений. Новые варианты кулонометрии.

Тема 2.2. Вольтамперометрические методы

Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадлеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помехи. Диффузионные, кинетические и адсорбционные процессы. Теория и практика применения вольтамперометрии. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Хронометрическая. Постоянно- и переменноточковая вольтамперометрия. Импульсные методы. Нормальная и дифференциальная импульсная вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия. Развитие электрохимических методов. Автоматизация измерений в стационарных условиях и в потоке. Принципы

детектирования вещества. Электрохимические датчики, детекторы и устройства, сенсоры.

РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ СРЕД

Тема 3.1. Методы анализа окружающей среды

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.

Тема 3.2. Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов

Обеспечение качества результатов анализа. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Внутрिलाбораторный и внешний контроль качества анализа. Контрольные карты, контрольные точки. Политика и система качества в аналитической лаборатории.

Тема 3.3. Вода как объект анализа

Классификация вод. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей качества вод. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам. Автоматизация контроля качества вод. Методы определения показателей качества воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, щелочности, окисляемости и др. Биотестирование как способ оценки качества вод.

Определение индивидуальных неорганических 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.

Тема 3.4. Воздух как объект анализа

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.

Тема 3.5. Почва как объект анализа

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.

Тема 3.6. Пища как объект анализа

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.

РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Тема 4.1. Методы анализа угля

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.

Тема 4.2. Методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов)

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.

Тема 4.3. Нефть и нефтепродукты как объект анализа

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.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ СРЕД»

ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Методические пособия, средства обучения	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные	Управляемая самостоятельная работа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 семестр										
1	РАЗДЕЛ 1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	4	8	-	-	-	20			
1.1	Дистилляционные методы концентрирования Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки. Требования к коллектору и пути его выбора. Неорганические и органические соосаждители. Примеры использования соосаждения для концентрирования неорганических и органических соединений.	2	2				4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1,2	Тематические доклады, устный опрос, тестирование

1.2	Флотация Техника осуществления метода. Флотация после осаждения и ионная флотация. Факторы, влияющие на флотационное концентрирование. Селективное растворение. Пробирная плавка. Существо метода и его значение при определении благородных металлов. Примеры использования. Примеры использования методов для выделения и концентрирования микроэлементов и органических соединений из различных объектов: объекты окружающей среды (различные типы вод, почвы, воздух), пищевых продуктов, биологических и других объектов.	2					4	Компьютерная презентация, видеоматериалы		Мини-рефераты, защита проектов
1.3	Методы разделения и концентрирования Классификация методов концентрирования и разделения, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные методы.		2				4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1,3	Выполнение компетентностно-ориентированных заданий
1.4	Экстракционные методы Этапы развития, современное состояние. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений. Сверхкритическая флюидная экстракция: достоинства и ограничения метода.		2				4		2-5	Аннотирование первоисточников

1.5	Сорбционные методы концентрирования Параметры сорбции. Основные типы сорбентов. Сорбционное концентрирование микроэлементов. Сорбционное концентрирование органических соединений. Твердофазная экстракция.		2				4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1-3	Тематические доклады, устный опрос, тестирование
2	РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА	4	4	-	-	-	12			
2.1	Общая характеристика электрохимических методов анализа природных сред Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы. <i>Кондуктометрия. Диэлектрометрия. Потенциометрические</i> методы, их классификация. <i>Кулонометрические</i> методы. Способы генерирования электрохимических титрантов, индикация момента окончания процесса. Аппаратура для кулонометрических измерений. Новые варианты кулонометрии.	2	2				6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1,2	Выполнение компетентностно-ориентированных заданий
2.2	Вольтамперометрические методы Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадлеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помехи. Диффузионные, кинетические и адсорбционные процессы. Теория и практика применения вольтамперометрии. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Хрономотенциометрия. Развитие электрохимических методов.	2	2				6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1-4	Аннотирование первоисточников

3	РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ СРЕД	2	10	-	-	-	18			
3.1	Методы анализа окружающей среды 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.	2						Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Мини-рефераты, презентации, защита проектов
3.2	Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов Обеспечение качества результатов анализа. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Внутрिलाбораторный и внешний контроль качества анализа. Контрольные карты, контрольные точки. Политика и система качества в аналитической лаборатории.		2				6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Написание эссе
3.3	Вода как объект анализа Классификация вод. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей качества вод. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам. Автоматизация контроля качества вод. Методы определения показателей качества воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного		2				6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Выполнение компетентностно-ориентированных заданий

	показателя, щелочности, окисляемости. Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения. Ионметрия и ионная хроматография в анализе вод.									
3.4	Воздух как объект анализа 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. Анализ воздуха жилых помещений. Газоанализаторы для определения примесей в атмосферном воздухе. Автоматические и дистанционные методы в контроле загрязнений воздуха.		2				2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1-4	Тематические доклады, устный опрос, тестирование
3.5	Почва как объект анализа Особенности почвы как объекта окружающей среды. Химический состав почв. Методы отбора и подготовки проб к анализу. Методы интенсификации пробоподготовки. Задачи аналитического контроля. 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. Нормирование качества почвы. Контроль физико-химических и обменных характеристик.		2				2			Написание эссе

3.6	Пища как объект анализа Основные аналитические проблемы. Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. 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.		2				2		1-3	Мини-рефераты
4	РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	2	-	-	-	-	12			
4.1	Методы анализа угля 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.	2					4		2-5	Составление структурно-логических схем
4.2	Методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов) Основные задачи анализа металлов и сплавов. Способы отделения основы при анализе чугуна, меди, никеля, алюминия. 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.						4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Тематические доклады, защита проекта, устный опрос, тестирование

4.3	Нефть и нефтепродукты как объект анализа 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 состав 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.						4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Написание эссе
	ВСЕГО:	12	22	-	-	-	62			зачет

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ СРЕД»

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Самостоятельная (внеаудиторная) работа	Методические пособия, средства обучения	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные	Управляемая самостоятельная работа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2 семестр										
1	РАЗДЕЛ 1. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	-	2	-	-	-	24			
1.1	Дистилляционные методы концентрирования Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки. Требования к коллектору и пути его выбора. Неорганические и органические соосаждители. Примеры использования соосаждения для концентрирования неорганических и органических соединений.		2				4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1,2	Тематические доклады, устный опрос, тестирование

1.2	Флотация Техника осуществления метода. Флотация после осаждения и ионная флотация. Факторы, влияющие на флотационное концентрирование. Селективное растворение. Пробирная плавка. Существо метода и его значение при определении благородных металлов. Примеры использования. Примеры использования методов для выделения и концентрирования микроэлементов и органических соединений из различных объектов: объекты окружающей среды (различные типы вод, почвы, воздух), пищевых продуктов, биологических и других объектов.						4	Компьютерная презентация, видеоматериалы		Мини-рефераты, защита проектов
1.3	Методы разделения и концентрирования Классификация методов концентрирования и разделения, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные методы.						4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1,3	Выполнение компетентностно-ориентированных заданий
1.4	Экстракционные методы Этапы развития, современное состояние. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений. Сверхкритическая флюидная экстракция: достоинства и ограничения метода.						6		2-5	Аннотирование первоисточников

1.5	Сорбционные методы концентрирования Параметры сорбции. Основные типы сорбентов. Сорбционное концентрирование микроэлементов. Сорбционное концентрирование органических соединений. Твердофазная экстракция.						6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1-3	Тематические доклады, устный опрос, тестирование
2	РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА	-	2	-	-	-	20			
2.1	Общая характеристика электрохимических методов анализа природных сред Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы. <i>Кондуктометрия. Диэлектрометрия. Потенциометрические</i> методы, их классификация. <i>Кулонометрические</i> методы. Способы генерирования электрохимических титрантов, индикация момента окончания процесса. Аппаратура для кулонометрических измерений. Новые варианты кулонометрии.		2				10	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1,2	Выполнение компетентностно-ориентированных заданий
2.2	Вольтамперометрические методы Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Фарадлеевские и нефарадеевские токи. Аналитический сигнал и помехи. Диффузионные, кинетические и адсорбционные процессы. Теория и практика применения вольтамперометрии. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Хрономотенциометрия. Развитие электрохимических методов.						10	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1-4	Аннотирование первоисточников

3	РАЗДЕЛ 3. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ СРЕД	2	2	-	-	-	26			
3.1	Методы анализа окружающей среды 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.	2						Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Мини-рефераты, презентации, защита проектов
3.2	Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов Обеспечение качества результатов анализа. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Внутрिलाбораторный и внешний контроль качества анализа. Контрольные карты, контрольные точки. Политика и система качества в аналитической лаборатории.		2				6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Написание эссе
3.3	Вода как объект анализа Классификация вод. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей качества вод. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам. Автоматизация контроля качества вод. Методы определения показателей качества воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного						6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Выполнение компетентностно-ориентированных заданий

	показателя, щелочности, окисляемости. Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения. Ионметрия и ионная хроматография в анализе вод.									
3.4	Воздух как объект анализа 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. Анализ воздуха жилых помещений. Газоанализаторы для определения примесей в атмосферном воздухе. Автоматические и дистанционные методы в контроле загрязнений воздуха.						4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1-4	Тематические доклады, устный опрос, тестирование
3.5	Почва как объект анализа Особенности почвы как объекта окружающей среды. Химический состав почв. Методы отбора и подготовки проб к анализу. Методы интенсификации пробоподготовки. Задачи аналитического контроля. 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. Нормирование качества почвы. Контроль физико-химических и обменных характеристик.						6			Написание эссе

3.6	Пища как объект анализа Основные аналитические проблемы. Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. 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.						4		1-3	Мини-рефераты
4	РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	-	-	-	-	-	18			
4.1	Методы анализа угля 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.						6		2-5	Составление структурно-логических схем
4.2	Методы анализа металлов и сплавов (чугуна, сталей, цветных металлов и сплавов) Основные задачи анализа металлов и сплавов. Способы отделения основы при анализе чугуна, меди, никеля, алюминия. 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.						6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Тематические доклады, защита проекта, устный опрос, тестирование

4.3	Нефть и нефтепродукты как объект анализа 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 состав 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.						6	Компьютерная презентация, видеоматериалы	2-5	Написание эссе
	ВСЕГО:	2	6	-	-	-	88			зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

2. Аналитическая химия. Сборник задач : учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальности 1-79 01 08 «Фармация» / А. В. Юреня [и др.] ; Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. фармацевт. химии. - 2-е изд. - Минск : БГМУ, 2021. - 192 с.

Дополнительная:

11. Жебентяев, А. И. **Аналитическая химия**. Хроматографические методы анализа : учеб. пособие для студентов вузов по фармацевт. и хим. специальностям / А. И. Жебентяев. – Мн. : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2013. – 206 с.

12. Жебентяев, А. И. **Аналитическая химия**. Химические методы анализа : учеб. пособие для студентов вузов по фармацевт. и хим. специальностям / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – 2-е изд. – Минск : Новое знание, 2011 ; М. : ИНФРА-М, 2011. – 542 с.

13. **Аналитическая химия**. Лабораторный практикум : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по хим. специальностям / А. Н. Трифонова, И. В. Мельситова. – Минск : Выш. шк., 2013. – 160 с.

14. Гильманшина, С. И. Основы аналитической химии : курс лекций : учеб. пособие для студентов и преподавателей вузов / С. И. Гильманшина. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 224 с.

15. Никольский, А. Б. **Физические методы** исследования неорганических веществ : учеб. пособие для студентов вузов / под ред. А. Б. Никольского. – М. : Академия, 2006. – 448 с.

16. Шершавина, А. А. **Физическая и коллоидная химия. Методы физико-химического анализа** : учеб. пособие / А. А. Шершавина. – М. : Новое знание, 2005. – 800 с.

17. Васильев, В. П. Аналитическая химия : учеб. для вузов : в 2 ч. Ч. 2 : Физико-химические **методы анализа** / В. П. Васильев. – М. : Высш. шк., 1989. – 384 с.

18. Асатиани, В. С. **Ферментные методы анализа** / В. С. Асатиани ; АН Грузинской ССР. – М. : Наука, 1969. – 740 с.

19. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу **почв** / Е. В. Аринушкина. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1961. - 492 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений магистрантов по учебной дисциплине «Современные методы химических исследований природных сред» можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- ✓ устный опрос;
- ✓ тестовый контроль;
- ✓ тематические доклады на практических занятиях;
- ✓ защита проекта;
- ✓ мини-рефераты;
- ✓ презентации.

В качестве формы контроля по учебной дисциплине «Современные методы химических исследований природных сред» предусмотрен итоговый контроль в виде зачета.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки.
2. Классификация методов концентрирования и разделения, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения.
3. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов.
4. Сорбционное концентрирование микроэлементов. Сорбционное концентрирование органических соединений. Твердофазная экстракция.
5. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы. *Кондуктометрия*. Теоретические основы метода. Постоянноточковые и переменноточковые методы кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение прямых и титриметрических вариантов метода. *Диэлектрометрия*. Теоретические основы. Методы измерений и практическое применение в анализе природных объектов. *Потенциометрические* методы, их классификация.
6. Нормальная и дифференциальная импульсная вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия. Развитие электрохимических методов. Автоматизация измерений в стационарных условиях и в потоке. Принципы детектирования вещества. Электрохимические датчики, детекторы и устройства, сенсоры.
7. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Внутрिलाбораторный и внешний контроль качества анализа. Контрольные карты, контрольные точки. Политика и система качества в аналитической лаборатории.
8. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей качества вод. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам. Автоматизация контроля качества вод. Методы определения показателей качества воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, щелочности, окисляемости и др. Биотестирование как способ оценки качества вод.
9. 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.
10. 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.

11. 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.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Определение компонентов, определяющих пищевую ценность продукта.
2. Вещества, имеющие растительное и животное происхождение и особенности их анализа.
3. Биологические свойства почвы и направления их регулирования.
4. Комплексные соединения и их роль в сельском хозяйстве.
5. Обработка и хранение проб и их оптимизация.
6. Методы химического анализа и изучения веществ.
7. Анализ исследований по действию реагентов и реагентных режимов при флотации углей.
8. Критерии выбора аполярных реагентов.
9. Исследование действия гетерополярных реагентов при флотации углей.
10. Способы повышения эффективности действия реагентов при флотации углей.
11. Гранулометрический и фракционный состав исследуемых углей.
12. Петрографический состав и минералогическая характеристика исследуемых углей.
13. Физико-химические особенности исследуемых углей, определяющие их гидрофобизационные свойства.
14. Вращающийся дисковый электрод с кольцом.
15. Цилиндрический вращающийся электрод.
16. Микро– и ультра-микроэлектроды: особенности изготовления, области применения.
17. Ферментные электроды.
18. Особенности электрохимического поведения полупроводниковых материалов (n-; p-типа).
19. Ртутный капаящий электрод. Особенности конструкции, области применения.
20. Угольные пастовые электроды.
21. Электроды Кларка.
22. Природа предельных токов на потенциостатических поляризационных кривых.
23. Методы определения тока обмена.
24. Методы определения чисел переноса.

25. Способы повышения точности полярографического количественного анализа.
26. Амперометрическое титрование: основы метода.
27. Инверсионная вольтамперометрия.
28. Инверсионная вольтамперометрия с накоплением.
29. Способы компенсации iR -погрешностей при поляризационных измерениях
30. Импульсный гальваностатический метод.
31. Импульсный потенциостатический метод

ПРИМЕРЫ КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ

1. Для определения $(\text{BiO})_2\text{CO}_3$ ($M = 509,97$ г/моль) в образце лекарственного средства навеску массой $0,2212$ г растворили в разбавленной азотной кислоте и осадили Bi^{3+} в виде BiOCl добавлением хлорид-ионов. После высушивания при 100°C масса данного осадка 54 оказалась равной $0,0555$ г. Рассчитайте массовую долю $(\text{BiO})_2\text{CO}_3$ в образце.
2. Навеску массой $2,8988$ г образца растёртых таблеток, содержащих FeSO_4 , растворили в азотной кислоте. Полученный раствор нагрели для окисления Fe^{2+} до Fe^{3+} , а затем с помощью раствора аммиака получили осадок $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. В результате прокаливания этого осадка был получен Fe_2O_3 массой $0,3128$ г. Рассчитайте массу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в расчёте на среднюю массу одной таблетки, если масса 20 анализируемых таблеток равна $20,9820$ г.
3. Навеску лекарственного вещества салициламида ($M = 137,14$ г/моль) массой $0,2177$ г гидролизovali. Выделившийся аммиак поглотили $40,00$ мл $0,09946$ М HCl . Для титрования избытка кислоты потребовалось $24,10$ мл раствора гидроксида натрия, имеющего титр по HCl $3,646 \cdot 10^{-3}$ г/мл. Рассчитайте массовую долю салициламида в образце.
4. Лекарственное вещество дибазол ($M = 244,73$ г/моль) обладает спазмолитическим действием. Серию таблеток дибазола подвергли анализу. 20 таблеток измельчили. Навеску полученного порошка массой $1,0320$ г обработали хлороформом для извлечения дибазола. Хлороформный раствор упарили до 1 мл, добавили 10 мл CH_3COOH и 5 мл раствора ацетата ртути (II) в CH_3COOH . На титрование полученного раствора было затрачено $3,15$ мл $0,1000$ М HClO_4 . Рассчитайте массу дибазола в 1 таблетке, если известно, что масса 20 анализируемых таблеток была равна $5,2100$ г.
5. Навеску порошка растёртых таблеток антибактериального средства фталазола ($M = 403,4$ г/моль) массой $0,5124$ г растворили в 20 мл диметилформамида. Для титрования полученного раствора было затрачено $12,75$ мл $0,1000$ М раствора NaOH в смеси метилового спирта и бензола. Рассчитайте массу лекарственного вещества в 1 таблетке, если масса 20 таблеток данной серии равна $19,904$ г. Фталазол в условиях титрования ведёт себя как двухосновная кислота.

6. Димедрол $[(C_6H_5)_2CHONCH_2CH_2NH(CH_3)_2] + Cl^-$ ($M = 291,82$ г/моль) обладает антигистаминным действием и используется для лечения аллергических заболеваний. Пробу объёмом 5,00 мл инъекционного раствора димедрола выпарили досуха. К сухому остатку добавили 10 мл CH_3COOH и 3 мл раствора ацетата ртути (II) в CH_3COOH . Определите концентрацию димедрола в инъекционном растворе (г/мл), если известно, что для титрования полученного раствора было затрачено 8,52 мл $2,00 \cdot 10^{-2}$ М $HClO_4$.
7. Пробу массой 2,4550 г образца хлорной извести растёрли с водой. Образовавшуюся однородную массу количественно перенесли в мерную колбу вместимостью 250,0 мл и довели водой до метки. К 25,00 мл раствора прибавили 10 мл раствора KI (100 г/л), 10 мл 8,3%-ного раствора HCl и оттитровали выделившийся иод раствором $Na_2S_2O_3$. Рассчитайте массовую долю активного хлора в образце, если для титрования израсходовано 22,90 мл 0,1000 М $Na_2S_2O_3$.
8. Чистая руда почти никогда не встречается в природе. Почти всегда полезное ископаемое перемешано с «пустой», ненужной горной породой. Процесс отделения пустой породы от полезного ископаемого называют обогащением руды. Для обогащения руды можно использовать явление смачивания. Смачивание (несмачивание) — явление, наблюдаемое при взаимодействии жидкостей с поверхностями твёрдых тел. Например, вода смачивает чистое стекло (растекается по поверхности), но не смачивает жирные поверхности (собирается в капли). Можно ли используя флотацию, сделать так, чтобы пустая порода всплывала вверх, а крупинцы руды оседали на дно? Ответ поясните.
9. На золотоизвлекательной фабрике с годовой производительностью 15 млн. т/год перерабатывается сульфидная руда с содержанием золота 2,9 г/т. После дробления, измельчения и классификации руда поступает на флотацию. Выход флотоконцентрата составляет 4,5 %. Операционное извлечение золота на флотации - 91 %. Далее флотоконцентрат поступает на участок сорбционного выщелачивания, при этом содержание золота в хвостах сорбционного выщелачивания флотоконцентрата составило 1,2 г/т. Хвосты флотации также направляются на цианирование с извлечением золота из них 40 %. Требуется определить: 1. С каким содержанием золота поступает флотоконцентрат на сорбционное выщелачивание? 2. Определить содержание золота в хвостах флотации после выщелачивания. 3. Определить сквозное извлечение золота из руды в катодный осадок.
10. Золотосодержащий флотационный концентрат, содержащий, %: Fe-56; S-28; As-21 подвергают двухстадийному обжигу перед цианированием. Температура 450 и 750 0С первой и второй стадии соответственно. Можно ли проводить обжиг в одну стадию при температуре 750 0С?
11. Слабая органическая кислота HA с константой диссоциации K_a (в воде) распределена между органическим растворителем и водой. Предположим, что в органическую фазу экстрагируется только непродиссоциировавшая кислота HA (коэффициент распределения K_d), а в органической фазе с ней не происходит никаких превращений. Выведите выражение для зависимости

коэффициента распределения D от $[H^+]$ в водной фазе. Сделайте выводы из полученного выражения.

12. Бензойная кислота и фенол – слабые одноосновные карбоновые кислоты с константами диссоциации 6.6×10^{-5} и 1×10^{-10} , соответственно. Диэтиловый эфир может экстрагировать из водной фазы только нейтральные формы обеих кислот. Нарисуйте график зависимости отношения D / K_d от pH для каждого соединения. Используя графики, предложите метод разделения смеси этих двух кислот.

13. При кондуктометрическом титровании 50 мл раствора HCl 0,01 моль-экв/л $NaOH$ были получены следующие данные:

V_{NaOH} , мл	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
$\square \text{ См} \cdot \text{м}^{-1}$	1,50	1,09	0,67	0,63	0,99	1,35

Рассчитайте концентрацию HCl по данным кондуктометрического титрования.

14. Какие определения невозможно выполнить методом прямой кондуктометрии: а) определение качества дистиллированной воды; б) содержания натрия и калия в морской воде; в) общего содержания примесей в технической серной кислоте; г) общего содержания солей в минеральных водах? Ответ поясните.

15. На кулонометрическое титрование 10 мл раствора $Na_2S_2O_3$ иодом, генерируемым в кулонометрической ячейке, понадобилось 22 мин при силе тока 300 мА. Определить количество затраченного электричества и молярную концентрацию эквивалента раствора $Na_2S_2O_3$.

16. На полное восстановление цинка в кулонометрии понадобилось 26 мин при силе тока 100 мА. Определить содержание (г) и концентрацию (моль/л) цинка в растворе, если на кулонометрический анализ было взято 10 мл раствора.

17. Рассчитайте толщину золотой фольги, если при прохождении через нее интенсивность излучения уменьшилась в 5 раз. Коэффициент поглощения составляет $111,3 \text{ см}^2 / \text{г}$ (линия $K\alpha$), плотность золота равна $19,28 \text{ г/см}^3$.

18. Результаты эксперимента показали, что оптическая плотность раствора с массовой концентрацией β -бензойной кислоты, равной $1,5 \text{ мг/100 см}^3$, составляет 0,245. Какой молярный коэффициент поглощения при измеряемой длине волны имеет бензойная кислота, молярная масса которой равна $122,1 \text{ г/моль}$?

19. Навеску урановой руды массой $1,00 \text{ г}$ растворяют в кислоте и разбавляют в мерной колбе до $250,0 \text{ см}^3$. К аликвотной части этого раствора $10,0 \text{ см}^3$ прибавляют реактив арсеназо- и после развития окраски раствор разбавляют до $100,0 \text{ см}^3$ в мерной колбе. Пропускание полученного раствора, измеренное в кювете с $l = 1,0 \text{ см}$ при $\lambda = 595 \text{ нм}$, оказалось равным 40 %. Молярный коэффициент $\epsilon_\lambda = 1,43 \cdot 10^4 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Определите процентное содержание урана в урановой руде.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ (ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ МАГИСТРАНТА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Целями самостоятельной работы магистрантов являются:

- активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;
- саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям, а также изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины. Такая работа может предполагать проработку теоретического материала, работу с научной литературой, выполнение практических заданий, подготовку ко всем видам контрольных испытаний, выполнение творческих работ.

Самостоятельная работа является неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет магистрантам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства.

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее – преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем.

Самостоятельная работа, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении самостоятельной работы должны быть созданы условия, обеспечивающие активную роль обучающихся в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по учебной дисциплине включает:

- перечни заданий и контрольных мероприятий самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций.

Время, отведенное на самостоятельную работу, используется обучающимися на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной литературы по заданной теме;
- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);
- составление тестов;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Таким образом, задания для самостоятельной работы по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;
- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;
- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий для самостоятельной работы включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- контрольной работы;
- теста;
- обсуждения рефератов;
- обсуждения и защиты учебных заданий;
- экспресс-опросов на аудиторных занятиях.

**ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
(ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ ПО УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ СРЕД»**

дневная форма получения образования

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения
1.	Дистилляционные методы концентрирования. Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы.	4	Подготовить эссе по теме: – Основные физико-химические методы исследования. – Особенности методов испарения и отгонки. – Практическое применение методов.	Подготовка эссе, дискуссия
2.	Флотация после осаждения и ионная флотация.	4	Изучить: – Факторы, влияющие на флотационное концентрирование. – Селективное растворение.	Письменное выполнение задания
3.	Методы разделения и концентрирования.	4	Изучить: – Количественные характеристики разделения и концентрирования. – Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные методы.	Письменное выполнение задания
4.	Экстракционные методы. Классификация экстракционных систем.	4	Изучить: – Этапы развития, современное состояние. – Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ.	Устное выступление с докладом

			– Количественные характеристики экстракции. – Способы осуществления экстракции.	
5.	Сорбционные методы. Параметры сорбции.	4	Проанализировать основные типы сорбентов, сорбционное концентрирование микроэлементов, сорбционное концентрирование органических соединений.	Письменное выполнение задания
6.	Общая характеристика электрохимических методов анализа природных сред	6	На основании изученного материала дать сравнительную характеристику методов.	Письменное выполнение задания
7.	Вольтамперометрические методы	6	На основании изученного материала дать сравнительную характеристику методов.	Письменное выполнение задания
8.	Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов.	6	Подготовить реферат «Способы оценки контроля качества природных сред»	Подготовка реферата, выступление с докладом
9.	Современное состояние методов анализа вод.	6	Творческий проект «Анализ вод различной чистоты» выполняется индивидуально или в парах, содержит теоретическую часть и практическую часть	Презентация творческого проекта
10.	Методы анализа воздуха .	2	Разработать фонд оценочных средств для анализа атмосферы.	Письменное выполнение задания
11.	Особенности почвы как объекта окружающей среды.	2	Подготовить доклады на тему «Химический состав почв. Методы отбора и подготовки проб к анализу. Методы интенсификации».	Устное выступление с докладом
12.	Химические вещества пищи: собственные минеральные и	2	Изучить:	Устное выступление с докладом

	органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества.		– Методы извлечения химических веществ из пищи – Методы концентрирования, разделения. – Отбор проб, подготовка к анализу.	
13.	Отбор и подготовка проб угля..	4	Изучить: – Методы химического анализа угля по ГОСТ: определение влажности, зольности, серы, выхода легких продуктов. – Автоматические методы контроля угля.	Презентация творческого проекта
14.	Основные задачи анализа металлов и сплавов.	4	На основании изученного материала сделать выступление на темы «Способы отделения основы при анализе чугуна, меди, никеля, алюминия», «Определение газообразующих веществ – углерода, серы, водорода, кислорода, азота», «Определение легирующих добавок в черных металлах и сплавах железа».	Презентация творческого проекта
15.	Общие свойства и классификация нефти и нефтепродуктов. международным стандартам.	4	Методы определения физико-химических параметров основных видов топлива и масел. Методы исследования химического состава нефти и нефтепродуктов.	Письменное выполнение задания
	ВСЕГО:	62		

**ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
(ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ МАГИСТРАНТОВ ПО УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ СРЕД»**

заочная форма получения образования

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения
1.	Дистилляционные методы концентрирования. Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы.	4	Подготовить эссе по теме: – Основные физико-химические методы исследования. – Особенности методов испарения и отгонки. – Практическое применение методов.	Подготовка эссе, дискуссия
2.	Флотация после осаждения и ионная флотация.	4	Изучить: – Факторы, влияющие на флотационное концентрирование. – Селективное растворение.	Письменное выполнение задания
3.	Методы разделения и концентрирования.	4	Изучить: – Количественные характеристики разделения и концентрирования. – Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные методы.	Письменное выполнение задания
4.	Экстракционные методы. Классификация экстракционных систем.	6	Изучить: – Этапы развития, современное состояние. – Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. – Количественные характеристики экстракции. – Способы осуществления экстракции.	Устное выступление с докладом
5.	Сорбционные методы. Параметры сорбции.	6	Проанализировать основные типы сорбентов, сорбционное концентрирование	Письменное выполнение задания

			микроэлементов, сорбционное концентрирование органических соединений.	
6.	Общая характеристика электрохимических методов анализа природных сред	10	На основании изученного материала дать сравнительную характеристику методов.	Письменное выполнение задания
7.	Вольтамперометрические методы	10	На основании изученного материала дать сравнительную характеристику методов.	Письменное выполнение задания
8.	Контроль качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов.	6	Подготовить реферат «Способы оценки контроля качества природных сред»	Подготовка реферата, выступление с докладом
9.	Современное состояние методов анализа вод.	6	Творческий проект «Анализ вод различной чистоты» выполняется индивидуально или в парах, содержит теоретическую часть и практическую часть	Презентация творческого проекта
10.	Методы анализа воздуха .	4	Разработать фонд оценочных средств для анализа атмосферы.	Письменное выполнение задания
11.	Особенности почвы как объекта окружающей среды.	4	Подготовить доклады на тему «Химический состав почв. Методы отбора и подготовки проб к анализу. Методы интенсификации».	Устное выступление с докладом
12.	Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества.	6	Изучить: – Методы извлечения химических веществ из пищи – Методы концентрирования, разделения. – Отбор проб, подготовка к анализу.	Устное выступление с докладом
13.	Отбор и подготовка проб угля..	6	Изучить: – Методы химического анализа угля по ГОСТ:	Презентация творческого проекта

			определение влажности, зольности, серы, выхода легких продуктов. – Автоматические методы контроля угля.	
14.	Основные задачи анализа металлов и сплавов.	6	На основании изученного материала сделать выступление на темы «Способы отделения основы при анализе чугуна, меди, никеля, алюминия», «Определение газообразующих веществ – углерода, серы, водорода, кислорода, азота», «Определение легирующих добавок в черных металлах и сплавах железа».	Презентация творческого проекта
15.	Общие свойства и классификация нефти и нефтепродуктов. международным стандартам.	6	Методы определения физико-химических параметров основных видов топлива и масел. Методы исследования химического состава нефти и нефтепродуктов.	Письменное выполнение задания
	ВСЕГО:	88		

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

**по учебной дисциплине «Современные методы химических исследований природных сред»
для магистрантов специальности 7-06-0113-03 «Природоведческое образование»**

1. Методы испарения; отгонка после химических превращений; газовая экстракция и анализ паровой фазы. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки.
2. Современное состояние и перспективы развития методов анализа природных и промышленных объектов. Внелабораторный анализ. Вещественный анализ. Обобщенные показатели качества воды, почвы.
3. Флотация после осаждения и ионная флотация. Факторы, влияющие на флотационное концентрирование. Селективное растворение. Растворители, обеспечивающие избирательность растворения. Примеры использования селективного растворения в фазовом анализе неорганических материалов и для концентрирования микроэлементов при анализе почв и растений.
4. Классификация методов концентрирования и разделения, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования.
5. Экстракция. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Автоматизация экстракционных процессов. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений. Сверхкритическая флюидная экстракция: достоинства и ограничения метода.
6. Сорбционное концентрирование микроэлементов.
7. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы.
8. Нормальная и дифференциальная импульсная вольтамперометрия. Инверсионная вольтамперометрия. Развитие электрохимических методов.
9. Методы контроля качества аналитических работ в области анализа природных и промышленных объектов. Внутрिलाбораторный и внешний контроль качества анализа.
10. Современное состояние методов анализа вод. Основные аналитические проблемы: определение обобщенных показателей

качества вод. Пробоотбор и хранение проб. Методы анализа природных и сточных вод по государственным и международным стандартам.

11. Методы отбора проб воздуха. Определение соединений серы, азота, оксида углерода, озона.

12. Химический состав почв. Методы отбора и подготовки проб к анализу. Методы интенсификации пробоподготовки.

13. Химические вещества пищи: собственные минеральные и органические вещества, пищевые добавки, чужеродные вещества. Методы их извлечения, концентрирования, разделения.

14. Методы анализа технических объектов.

15. Уголь как объект анализа.

16. Методы определения примесей мышьяка, селена в воде, углях, почве.

17. Методы определения суммы тяжелых металлов в воде.

18. Методы определения микропримесей металлов в питьевой воде.

19. Почва и отходы как объекты анализа. Отбор проб почв, подготовка к анализу. Методы разложения проб. Интенсификация пробоподготовки.

20. Подвижные формы соединений элементов в почвах, методы извлечения и определения. Пробоподготовка при определении валового содержания соединений элементов в почвах.

21. Методы определения органических загрязнителей (пестицидов, фенолов и др.) в воде и других объектах.

22. Вода как объект анализа. Отбор проб воды, консервирование, подготовка к анализу.

23. Методы определения фторидов в воде, почве.

24. Методы определения микроэлементов в золе углей.

25. Определение показателей качества питьевой воды. Проблемы анализа воды специального назначения (бутилированной и др.).

26. Методы определения анионов в почве, воде.

27. Методы определения влаги, зольности, серы в угле.

28. Методы определения нитратов в пищевых продуктах, воде.

29. Определение активного хлора в воде.

30. Методы определения сульфатов, хлоридов в воде, почвенных вытяжках.

31. Составные части аналитической методики.

32. Определение химических показателей качества воды. Жесткость. Современные методы определения жесткости воды.

33. Определение обобщенных показателей качества воды. Методы определения окисляемости. ХПК, перманганатный индекс, общего углерода, сухого остатка и др. Автоматические методы определения обобщенных показателей.

34. Методы концентрирования и разделения в анализе вод.

35. Контроль качества аналитических работ в области анализа объектов окружающей среды, промышленных объектов. Аккредитация аналитической лаборатории. Химические сенсоры в анализе природных и промышленных объектов.

ПРИМЕРНЫЕ КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ФОРМ РАБОТ МАГИСТРАНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Диагностический инструментарий	Показатели оценки
Устный опрос	полнота раскрытия темы во время ответа на поставленный вопрос, аргументация, подкрепление примерами, изложение ответа в логической последовательности
Защита мультимедийной презентации	полнота раскрытия темы, достаточность и обоснованность графического оформления поставленной цели
Подготовка мини- реферата	содержательная последовательность изложения, соответствие содержания теме, полнота раскрытия темы, самостоятельность суждений, оформление в соответствии с принятыми требованиями
Подготовка доклада	соответствие содержания теме, полнота раскрытия темы, обоснованность выбора источников, соблюдение требований к оформлению, самостоятельность
Аннотирование первоисточников	полнота раскрытия темы, аккуратность оформления, наличие основных идей, краткость, достаточность, логика изложения
Составление структурно- логических схем	выделение основных понятий, установление причинно-следственных взаимосвязей между структурными элементами схем
Выполнение компетентностно- ориентированных заданий	соответствие методическим требованиям, правильность выполнения заданий, самостоятельность
Написание эссе	наличие проблемы, актуальность, структурность, доступность, четкость формулировок, аргументированность выводов
Защита проектов	степень и качество раскрытия темы, соответствие методическим требованиям, научная направленность, степень участия

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ И КОМПЕТЕНЦИЙ МАГИСТРАНТОВ В ПЕРИОД ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

10 баллов – десять:

систематизированные, глубокие и полные знания по программе учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по методикам химических исследований, использовать научные достижения других

дисциплин; творческая самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов – девять:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы учебной дисциплины; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; хорошее владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы учебной дисциплины; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по методикам химических исследований; творческая самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов – восемь:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы учебной дисциплины; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием, техникой информационных технологий; умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; освоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учебной дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по современным химическим исследованиям; активная самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов – семь:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учебной дисциплины; использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; усвоение основной и части дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях,

концепциях и направлениях по методикам химических исследований; самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, хороший уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов – шесть:

достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учебной дисциплины; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать в основном обоснованные выводы; владение инструментарием, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учебной дисциплины; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учебной дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях по изучаемой учебной дисциплине; консультативная помощь преподавателя для организации самостоятельной работы при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов – пять:

достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать в основном обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых учебных задач; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; консультативная помощь преподавателя для организации самостоятельной работы при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

4 балла – четыре:

достаточный объем знаний в рамках программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование основной научной терминологии, выполнение заданий и умение делать наблюдения и выводы без существенных ошибок; владение инструментарием методик химических исследований, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; выполнение общих и индивидуальных заданий семинарских занятий с большой долей помощи преподавателя или товарища-консультанта, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла – три:

недостаточно полный объем знаний в рамках программы; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование

научной терминологии, выполнение заданий лабораторных занятий и изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием методик химических исследований, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; пассивность при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий.

2 балла – два:

фрагментарные знания в рамках программы; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой; неумение использовать научную терминологию методик проведения химических исследований; не выполнение общих и индивидуальных заданий семинарских занятий.

1 балл – один:

отсутствие знаний и компетенций в рамках учебной программы практики по методикам химических исследований.

Оценка от 1 (одного) до 3 (трех) баллов включительно – не зачтено.

Оценка от 4 (четырех) до 10 (десяти) баллов включительно – зачтено.

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма контроля – зачет

	Показатели оценки
Зачтено	систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
Не зачтено	отсутствие знаний и (компетенций) в рамках образовательного стандарта высшего образования, отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины. недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой учреждения высшего образования по учебной дисциплине; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении

	стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой учебной дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
--	--

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ СРЕД»**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Аналитическая химия	Химии и методики преподавания химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (знакомство с количественными методами анализа)	Пр. № 8 от 27.02.2025
Физико-химические методы исследования		Согласовано на стадии подготовки учебной программы (рассмотрены потенциометрические методы исследования)	

