

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов  
Кафедра фундаментальной и прикладной химии



В. Вобликова

2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
учебной дисциплины (модуля)  
**Аналитическая химия**  
по специальности  
33.05.01 Фармация  
Фармация

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения  
деятельности ИСХПР

 Л.П. Семкин

«01» июля 2020 г.

Разработал

зав. кафедрой ФПХ, д.х.н.

 И.В. Зыкова

«30» июня 2020 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 11 от «03» июля  
2020 г.

Заведующий кафедрой ФПХ

 И.В. Зыкова

«03» июля 2020 г.

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

**Цель** освоения учебной дисциплины (модуля): сформировать у студентов владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

### Задачи:

- изучение теоретических основ качественного и количественных методов анализа;
- приобретение навыков пробоотбора и пробоподготовки;
- уровней градуировки и выбора стандартов;
- приобретение навыков правильного выбора метода или методов для конкретного этапа аналитических измерений.

## 2 Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Учебная дисциплина (модуль) относится к блоку 1 обязательной части учебного плана основной профессиональной образовательной программы специальности 33.05.01 Фармация и направленности (профилю) Фармация (далее – ОПОП) и изучается в третьем и четвертом семестрах. В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик): математики, физики, общей и неорганической химии, физической и коллоидной химии.

Освоение учебной дисциплины (модуля) является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): основные методы исследования лекарственного сырья, биологическая химия, общая фармацевтическая химия и др.

## 3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины (модуля):

### Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

### Результаты освоения учебной дисциплины:

| <i>Код и наименование компетенции</i>                                                                                                                                                                     | <i>Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)</i>                                                                          |                                                                                                                                                                       |                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов | <b>Знать</b> теоретические основы химических и физико-химических методов количественного определения, идентификации, разделения и концентрирования веществ | <b>Уметь</b> использовать основную аппаратуру, обеспечивающую проведение химических и физико-химических методов анализа, осуществлять математическую обработку данных | <b>Владеть</b> методикой работы с применением химических и физико-химических методов исследования веществ |

## 4 Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

### 4.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля)

#### 4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) для очной формы обучения:

| Части учебной дисциплины (модуля)                                              | Всего | Распределение по семестрам |               |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------|---------------|
|                                                                                |       | 3 семестр                  | 4 семестр     |
| 1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)          | 9     | 4                          | 5             |
| 2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)                     | 144   | 72                         | 72            |
| 3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) <i>(при наличии)</i>                   |       |                            |               |
| 4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)                                | 144   | 72                         | 72            |
| 5. Промежуточная аттестация<br>(зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ) | 36    | диф. зачет                 | экзамен<br>36 |

### 4.2 Содержание учебной дисциплины (модуля)

#### *Введение*

Предмет аналитической химии. Структура аналитической химии. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники и народного хозяйства. Виды анализа: изотопный, элементный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу.

#### **УЭМ 1. Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования:**

##### ***Типы реакций и процессов в аналитической химии***

Основные типы реакций и процессов в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления, осаждения-растворения, экстракции, сорбции. Константы равновесия. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Метод конкурирующих реакций. Общая и равновесная концентрации. Условные константы. Графическое описание равновесий.

Скорость реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции. Элементарные стадии реакции. Скоростопределяющая стадия. Кинетические уравнения. Молекулярность и порядок реакций. Факторы, влияющие на скорость. Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции. Индуцированные цепные и сопряженные реакции. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.

##### ***Равновесия в гомогенных системах***

Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота-сопряженное основание и растворитель. Константа кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Кисотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

#### ***Равновесия в процессах Окисления-восстановления***

Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.

#### ***Равновесия в гетерогенных процессах (Процессы осаждения и соосаждения)***

Равновесие в системе раствор – осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона, осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц и их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка (перекристаллизация и агрегация первичных частиц, термическое старение, остальдовское созревание). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение и последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

#### ***Равновесия в процессах комплексообразования***

Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и комплексообразователя: внутрисферные и внешнесферные комплексы, однороднолигандные и смешаннолигандные, полиядерные.

Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние общей структуры на свойства органических реагентов, роль заместителей и хромофорных групп. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  и кислород-, азот-, и серосодержащими органическими реагентами. Влияние природы функционально-аналитических групп, их расположения, стереохимии молекул реагента на селективность его взаимодействия с неорганическими ионами.

Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер циклов, число циклов, характер связи металл-лиганд.

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости, степень образования комплекса. Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Механизм замещения лигандов: ассоциативный и диссоциативный. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрации компонентов, pH, ионная сила раствора, температура.

Влияние комплексообразования на растворимость соединений, окислительно-восстановительный потенциал систем, кислотно-основное равновесие, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и

селективности анализа с использованием комплексных соединений. Преимущества органических реагентов по сравнению с неорганическими.

Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

## ***УЭМ 2. Химические количественные методы анализа***

### ***Химические методы анализа***

#### ***Гравиметрический метод анализа***

Сущность гравиметрического анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы определения. Ошибки в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Общая схема определений. Величина навески, осадка и объема раствора. Требования к осаждаемой форме. Способы отделения осадка от раствора. Промывание осадка. Требования к гравиметрической форме. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.

Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.

#### ***Титриметрические методы анализа***

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Определение неорганических и органических соединений. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению. Способы выражения состава растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаны. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования (s-образные, линейные). Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.

#### ***Кисотно-основное титрование***

Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований и температуры на характер кривых титрования. Кисотно-основное титрование в неводных средах. Кисотно-основные индикаторы. Ошибки титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

#### ***Окислительно-восстановительное титрование***

Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: комплексообразование, концентрация ионов водорода, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Погрешности титрования.

#### ***Осадительное титрование***

Построение кривых титрования. Влияние адсорбции на точность титрования. Влияние растворимости соединений, концентрации определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования. Индикаторы. Ошибки титрования. Другие методы обнаружения конечной точки титрования.

#### ***Комплексометрическое титрование***

Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Ошибки титрования. Неорганические и органические реагенты в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, вытеснительное, косвенное. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Селективность титрования и способы ее повышения.

## ***УЭМ 3. Физико-химические количественные методы анализа***

### ***Электрохимические методы анализа***

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимическая цепь (ячейки). Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Чувствительность и селективность электрохимических методов.

### ***Потенциометрия***

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления.

### ***Кондуктометрия***

Теоретические основы метода. Электрическая проводимость, измерение электрической проводимости. Зависимость электрической проводимости электролита от различных факторов. Классификация кондуктометрических методов. Области применения кондуктометрии.

Аналитическая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Аппаратура для кондуктометрических измерений.

### ***Вольтамперометрия***

Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузный токи. Предельный диффузный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Зависимость потенциала полуволны от константы устойчивости комплексного соединения. Восстановление и окисление органических соединений. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная вольтамперометрия, переменноточковая вольтамперометрия, хроноамперометрия с линейной разверткой. Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными поляризованными электродами. Выбор потенциала индикаторного электрода и налагаемого напряжения при использовании двух индикаторных электродов. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

### ***Оптические методы анализа***

#### ***Спектроскопические методы анализа***

Спектр электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы выражения (длина волны, частота, волновое число, поток излучения, интенсивность). Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), рассеяние, поглощение. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Связь интенсивности с числом излучающих частиц.

Спектры молекул. Представление полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Схемы электронных уровней молекулы. Основные и возбужденные электронные состояния. Особенности молекулярных спектров. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов. Характеристики спектральных приборов: дисперсия, разрешающая сила, светосила. Оптические материалы, применяемые для работ в различных областях спектра. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники излучения. Систематические аппаратурные искажения.

Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Математическое выражение этого закона. Величины, характеризующие поглощение. Использование спектров атомов и молекул в аналитической химии.

### ***Методы атомной оптической спектроскопии***

***Атомно-эмиссионный метод.*** Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.

Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

***Атомно-абсорбционный метод.*** Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

### ***Методы молекулярной оптической спектроскопии***

#### ***Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).***

Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).

Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

***Методы колебательной спектроскопии.*** Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК и

КР-спектроскопия). Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов.

Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спектрофотометрии. Примеры использования.

**Молекулярная люминесцентная спектроскопия.** Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Принципиальная схема прибора.

Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений. Примеры использования.

Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

#### **Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа**

Теоретические основы метода. Особенности коллоидных растворов. Способы получения коллоидных растворов. Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализа.

#### **Поляриметрический метод анализа**

Теоретические основы метода. Получение плоскополяризованного света. Принцип поляриметрических измерений. Аппаратура для поляриметрических измерений. Поляриметр круговой СМ-2. Зависимость угла вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света от различных факторов. Практическое применение поляриметрического анализа.

#### **Рефрактометрический метод анализа**

Теоретические основы метода. Преломление света на границе раздела двух фаз. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов. Поляризация и рефракция. Аппаратура для рефрактометрических определений. Практическое применение рефрактометрических измерений.

### **4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины (модуля) и контактной работы**

| №  | Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР                                                        | Контактная работа (в АЧ) |    |    |            | Внеауд. СРС (в АЧ) | Формы текущего контроля                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----|----|------------|--------------------|----------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                    | Аудиторная               |    |    | В т.ч. СРС |                    |                                              |
|    |                                                                                                                                    | ЛЕК                      | ПЗ | ЛР |            |                    |                                              |
| 1. | Введение                                                                                                                           | 2                        | 2  | 0  |            | 4                  |                                              |
| 2. | УЭМ -1 Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования: | 16                       | 16 | 36 |            | 72                 | защита ЛР № 1-12; КР № 1, 2<br>Кол № 1, 2, 3 |
| 3. | УЭМ -2 Химические количественные методы анализа                                                                                    | 9                        | 6  | 9  |            | 24                 | защита ЛР 1-3;<br>КР № 1<br>Кол № 1          |
| 4. | УЭМ – 3 Физико-химические количественные методы анализа                                                                            | 18                       | 12 | 18 |            | 48                 | защита ЛР № 4-9; КР №2;<br>Кол № 2, 3        |
|    | Промежуточная аттестация                                                                                                           |                          |    |    |            | 36                 |                                              |
|    | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                       | 45                       | 36 | 63 |            | 180                |                                              |

#### 4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

##### 3 семестр:

1. Анализ катионов I аналитической группы
2. Анализ катионов II аналитической группы
3. Анализ катионов III аналитической группы
4. Анализ смеси катионов I, II, III аналитических групп
5. Анализ катионов IV аналитической группы
6. Анализ катионов V аналитической группы
7. Анализ катионов VI аналитической группы
8. Анализ смеси катионов IV, V, VI аналитических групп
9. Анализ смеси катионов шести аналитических групп
10. Анализ анионов I аналитической группы
11. Анализ анионов II, III аналитических групп
12. Анализ смеси анионов трех аналитических групп

##### 4 семестр:

1. Кисотно-основное титрование
2. Окислительно-восстановительное титрование
3. Комплексонометрическое титрование
4. Кондуктометрия
5. Потенциометрия и потенциометрическое титрование
6. Ионометрия
7. Молекулярная спектроскопия в видимой области
8. Рефрактометрия
9. Поляриметрия

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов: не предусмотрено учебным планом

#### 5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины (модуля)

##### 3 семестр

| №  | Темы лекционных занятий (форма проведения)                                                                                                                                                                         | Трудоемкость в АЧ |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1. | Введение                                                                                                                                                                                                           | 1                 |
| 2. | <b>УЭМ 1 Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования:</b><br>Типы реакций и процессов в аналитической химии (информационная лекция) | 1                 |
| 3. | <b>УЭМ 1 Равновесия в гомогенных процессах</b> (лекция-презентация)                                                                                                                                                | 6                 |
| 4. | <b>УЭМ 1 Окислительно-восстановительные реакции</b> (лекция-презентация)                                                                                                                                           | 3                 |
| 5. | <b>УЭМ 1 Процессы осаждения и соосаждения</b> (лекция-презентация)                                                                                                                                                 | 3                 |
| 6. | <b>УЭМ 1 Реакции комплексообразования</b> (лекция-презентация)                                                                                                                                                     | 4                 |
|    | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                                                                                       | <b>18</b>         |

| №  | Темы практических занятий (форма проведения)                                | Трудоемкость в АЧ |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1. | Равновесия в гомогенных системах (решение задач)                            | 6                 |
| 2. | Равновесия в гетерогенных процессах (решение задач)                         | 4                 |
| 3. | Равновесия в окислительно-восстановительных процессах (решение задач)       | 4                 |
| 4. | Равновесия в процессах комплексообразования (решение задач) (решение задач) | 4                 |
|    | <b>ИТОГО</b>                                                                | <b>18</b>         |

| №   | Темы лабораторных занятий (форма проведения)                                                 | Трудоем-<br>кость в АЧ |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1.  | Анализ катионов I аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)               | 3                      |
| 2.  | Анализ катионов II аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)              | 3                      |
| 3.  | Анализ катионов III аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)             | 3                      |
| 4.  | Анализ смеси катионов I, II, III аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС) | 3                      |
| 5.  | Анализ катионов IV аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)              | 3                      |
| 6.  | Анализ катионов V аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)               | 3                      |
| 7.  | Анализ катионов VI аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)              | 3                      |
| 8.  | Анализ смеси катионов IV, V, VI аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС)  | 3                      |
| 9.  | Анализ смеси катионов шести аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС)      | 3                      |
| 10. | Анализ анионов I аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)                | 3                      |
| 11. | Анализ анионов II, III аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС)           | 3                      |
| 12. | Анализ смеси анионов трех аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС)        | 3                      |
|     | <b>ИТОГО</b>                                                                                 | <b>36</b>              |

#### 4 семестр

| №   | Темы лекционных занятий (форма проведения)                                                                                    | Трудоем-<br>кость в АЧ |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1.  | <b>УЭМ 2. Химические количественные методы анализа</b><br>Гравиметрический метод анализа (лекция-презентация)                 | 2                      |
| 2.  | <b>УЭМ 2.</b> Кислотно-основное титрование (лекция-презентация)                                                               | 2                      |
| 3.  | <b>УЭМ 2.</b> Окислительно-восстановительное титрование (лекция-презентация)                                                  | 2                      |
| 4.  | <b>УЭМ 2.</b> Осадительное титрование (лекция-презентация)                                                                    | 1                      |
| 5.  | <b>УЭМ 2.</b> Комплексонометрическое титрование (лекция-презентация)                                                          | 2                      |
| 6.  | <b>УЭМ 3. Физико-химические количественные методы анализа</b><br>Электрохимические методы анализа (лекция-презентация)        | 2                      |
| 7.  | <b>УЭМ 3.</b> Потенциометрия (лекция-презентация)                                                                             | 4                      |
| 8.  | <b>УЭМ 3.</b> Кондуктометрия (лекция-презентация)                                                                             | 2                      |
| 9.  | <b>УЭМ 3.</b> Вольтамперометрия (лекция-презентация)                                                                          | 1                      |
| 10. | <b>УЭМ 3. Оптические методы анализа. Спектроскопические методы анализа. Общая характеристика</b> (информационная лекция)      | 1                      |
| 11. | <b>УЭМ 3.</b> Методы молекулярной оптической спектроскопии. Спектрофотометрия (лекция-презентация)                            | 2                      |
| 12. | <b>УЭМ 3.</b> Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа                                                           | 1                      |
| 13. | <b>УЭМ 3.</b> Поляриметрический метод анализа (лекция-презентация)<br>Методы колебательной спектроскопии (лекция-презентация) | 1                      |
| 14. | <b>УЭМ 3.</b> Рефрактометрический метод анализа (лекция-презентация)                                                          | 1                      |
| 15. | <b>УЭМ 3.</b> Молекулярная люминесцентная спектроскопия (лекция-презентация)                                                  | 1                      |
| 16. | <b>УЭМ 3.)</b> Атомно-эмиссионный метод (лекция-презентация)                                                                  | 1                      |
| 17. | <b>УЭМ 3.</b> Атомно-абсорбционный метод (лекция-презентация)                                                                 | 1                      |
|     | <b>ИТОГО</b>                                                                                                                  | <b>27</b>              |

| №  | Темы практических занятий (форма проведения)              | Трудоем-<br>кость в АЧ |
|----|-----------------------------------------------------------|------------------------|
| 2. | Кислотно-основное титрование (решение задач)              | 3                      |
| 3. | Окислительно-восстановительное титрование (решение задач) | 3                      |
| 5. | Комплексонометрическое титрование (решение задач)         | 3                      |
| 6. | Электрохимические методы анализа (решение задач)          | 4                      |
| 8. | Методы молекулярной спектроскопии (решение задач)         | 4                      |
| 9. | Поляриметрия, рефрактометрия (решение задач)              | 1                      |
|    | <b>ИТОГО</b>                                              | <b>18</b>              |

| №  | Темы лабораторных занятий (форма проведения)    | Трудоем-<br>кость в АЧ |
|----|-------------------------------------------------|------------------------|
| 1. | Кислотно-основное титрование                    | 3                      |
| 2. | Окислительно-восстановительное титрование       | 3                      |
| 3. | Комплексонометрическое титрование               | 3                      |
| 4. | Кондуктометрия                                  | 3                      |
| 5. | Потенциометрия и потенциометрическое титрование | 3                      |
| 6. | Ионометрия                                      | 3                      |
| 7. | Молекулярная спектроскопия в видимой области    | 3                      |
| 8. | Рефрактометрия                                  | 3                      |
| 9. | Поляриметрия                                    | 3                      |
|    | ИТОГО                                           | 27                     |

## 6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

## 7 Условия освоения учебной дисциплины (модуля)

### 7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

### 7.2 Материально-техническое обеспечение

| №  | Требование к материально-техническому обеспечению | Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения |
|----|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Наличие специальной аудитории                     | учебная лаборатория                                                      |
| 2. | Мультимедийное оборудование                       | Проектор, компьютер, экран                                               |
| 3. | Программное обеспечение                           | Программа «POWER POINT»                                                  |
| 4. | Вытяжные шкафы                                    | 2 вытяжных шкафа                                                         |
| 5. | Настольное и напольное оборудование               | 4 островных лабораторных стола и 8 пристенных лабораторных столов        |
| 6. | Шкаф с лабораторной посудой                       | 2 шкафа с лабораторной посудой                                           |
|    | Мойки                                             | 4 мойки                                                                  |
|    | Сушильный шкаф                                    | 1 сушильный шкаф                                                         |
|    | Муфельная печь                                    | 1 муфельная печь                                                         |
|    | Аналитические весы                                | 2 аналитических весов                                                    |
|    | рН-метр                                           | 2 рН-метра                                                               |
|    | Иономер                                           | 2 иономера                                                               |
|    | Кондуктометр                                      | 1 кондуктометр                                                           |
|    | Фотоэлектроколориметр                             | 2 фотоэлектроколориметра                                                 |
|    | Рефрактометр                                      | 1 рефрактометр                                                           |
|    | Поляриметр                                        | 1 поляриметр                                                             |

Приложение А  
(обязательное)

**Фонд оценочных средств**  
**учебной дисциплины (модуля)** \_\_\_\_\_

### 1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

### 2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

| №             | Оценочные средства для текущего контроля | Разделы (темы) учебной дисциплины                                                                                                | Баллы      | Проверяемые компетенции |
|---------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------|
| 1.            | Контрольная работа №1                    | УЭМ 1. Равновесия в гомогенных системах                                                                                          | 20         | ОПК-1                   |
| 2.            | Коллоквиум №1                            |                                                                                                                                  | 30         | ОПК-1                   |
| 3.            | Коллоквиум №2                            | УЭМ 1. Равновесия в процессах комплексообразования                                                                               | 30         | ОПК-1                   |
| 4.            | Контрольная работа № 2                   | УЭМ 1. Равновесия в окислительно-восстановительных и гетерогенных процессах                                                      | 20         | ОПК-1                   |
| 5.            | Коллоквиум №3                            |                                                                                                                                  | 30         | ОПК-1                   |
| 6.            | Защита ЛР №1-12                          | УЭМ 1 Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования | 70         | ОПК-1                   |
| <b>ИТОГО:</b> |                                          |                                                                                                                                  | <b>200</b> |                         |
| 9.            | Контрольная работа №1                    | УЭМ 2. Химические количественные методы анализа                                                                                  | 20         | ОПК-1                   |
|               | Коллоквиум №1                            |                                                                                                                                  | 30         | ОПК-1                   |
| 10.           | Контрольная работа №2                    | УЭМ 3. Физико-химические количественные методы анализа<br>Электрохимические методы анализа                                       | 20         | ОПК-1                   |
| 11.           | Коллоквиум №2                            |                                                                                                                                  | 30         | ОПК-1                   |
| 12.           | Коллоквиум №3                            | УЭМ 3. Оптические методы анализа                                                                                                 | 30         | ОПК-1                   |
| 13.           | Защита ЛР №1-3                           | УЭМ 2. Химические количественные методы анализа                                                                                  | 10         | ОПК-1                   |
| 14.           | Защита ЛР № 4-6                          | УЭМ 3. Физико-химические количественные методы анализа<br>Электрохимические методы анализа                                       | 30         | ОПК-1                   |
| 13.           | Защита ЛР № 7-9                          | УЭМ 3. Физико-химические количественные методы анализа<br>Оптические методы анализа                                              | 30         | ОПК-1                   |
| 15.           | Экзамен                                  | УЭМ 2, УЭМ 3                                                                                                                     | 50         | ОПК-1                   |
|               | <b>ИТОГО</b>                             |                                                                                                                                  | <b>250</b> |                         |

### 3 Рекомендации к использованию оценочных средств 3 семестр

#### 1) Коллоквиум №1

| <i>Критерии оценки</i>                                                  | <i>Количество вариантов заданий</i> | <i>Количество вопросов</i> |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| теоретический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции | 13                                  | 3                          |
| практический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции  |                                     |                            |
| задача – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции               |                                     |                            |

#### ПРИМЕР:

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

#### Коллоквиум №1

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **33.05.01 - фармация**

#### Вариант 1

1. Влияние электростатических взаимодействий на равновесие в реальных системах.
2. Что произойдет, если реакция на катион калия с гексанитрокобальтатом (III) натрия будет проведена в щелочной среде?  
Напишите уравнение реакции взаимодействия иона хрома (III) с перманганат-ионами.
3. К 1,5 %-ному раствору аммиака добавлена щелочь до pH=13. Вычислить степень диссоциации основания и концентрацию иона аммония.

#### 2) Контрольная работа №1

| <i>Критерии оценки</i>                                         | <i>Количество вариантов заданий</i> | <i>Количество вопросов</i> |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| одна задача – 2,5 балла в соответствие с паспортом компетенции | 16                                  | 8                          |

#### ПРИМЕР

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

#### Контрольная работа №1

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **33.05.01 - фармация**

#### Вариант 1

1. Рассчитайте pH 0,1М раствора фосфорной кислоты.
2. Найдите интервал изменения pH при переходе от  $1 \cdot 10^{-2}$ М раствора сильной кислоты к  $1 \cdot 10^{-2}$ М раствору сильного основания в воде и этиловом спирте.
3. Смешаны 630 см<sup>3</sup> раствора CH<sub>3</sub>COOK с массовой долей CH<sub>3</sub>COOK 0,3% и 530 см<sup>3</sup> раствора CH<sub>3</sub>COOH с массовой долей CH<sub>3</sub>COOH 1%. Вычислить степень диссоциации уксусной кислоты.
4. Чему равна активность бромид-ионов в растворе, содержащем по 0,01 моль/л бромидов натрия и алюминия.
5. Вычислить pH полученного раствора при смешении 35 см<sup>3</sup> 0,2М раствора K<sub>2</sub>H<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> с 35 см<sup>3</sup> 0,2М раствора HCl.
6. Сколько граммов KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> надо растворить в 50 см<sup>3</sup> 0,1М K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> чтобы получить раствор с pH = 6,8.

7. Рассчитайте соотношение молярных концентраций гидрофосфата натрия и дигидрофосфата натрия в буферном растворе с  $\text{pH} = 7,2$ .
8. Рассчитайте реальную константу диссоциации уксусной кислоты в 0,1М растворе хлорида магния.

## 3) Коллоквиум №2

| <i>Критерии оценки</i>                                                  | <i>Количество вариантов заданий</i> | <i>Количество вопросов</i> |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| теоретический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции | 13                                  | 3                          |
| практический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции  |                                     |                            |
| задача – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции               |                                     |                            |

## ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

## Коллоквиум №2

Учебный модуль: **Аналитическая химия**Для специальности: **33.05.01 - фармация***Вариант 1*

1. Концепция МВС на природу связи в комплексных соединениях.
2. А) Как осуществляется открытие катионов калия из смеси катионов I-VI групп?  
Б) Напишите уравнение реакции открытия ионов цинка (II) гексацианоферратом (II) калия.
3. Сколько миллилитров 1 М  $\text{NH}_3$  необходимо для растворения 0,1 г  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ?

## 4) Контрольная работа №2

| <i>Критерии оценки</i>                                       | <i>Количество вариантов заданий</i> | <i>Количество вопросов</i> |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1 задача – 6,5 баллов в соответствие с паспортом компетенции | 16                                  | 8                          |
| 2 задача – 7 баллов в соответствие с паспортом компетенции   |                                     |                            |
| 3 задача – 6,5 баллов в соответствие с паспортом компетенции |                                     |                            |

## ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

## Контрольная работа №2

Учебный модуль: **Аналитическая химия**Для специальности: **33.05.01 - фармация***Вариант 1*

1. Вычислить потенциал кадмиевого электрода в растворе, содержащем 0,02 моль/л хлорида кадмия и 1,5 моль/л аммиака.
2. В 1 л раствора, содержащего 0,1 моль/л пероксида водорода и 1,0 моль/л хлороводородной кислоты, растворили 33,2 г иодида калия. Вычислить равновесные концентрации  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{I}^-$  и  $\text{I}_2$ .
3. Сколько миллиграммов фторида кальция превратиться в карбонат кальция при обработке его 3 мл 2,5М раствором карбоната натрия?

## 5) Коллоквиум №3

| <i>Критерии оценки</i>                                                  | <i>Количество вариантов заданий</i> | <i>Количество вопросов</i> |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| теоретический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции | 15                                  | 3                          |
| практический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции  |                                     |                            |
| задача – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции               |                                     |                            |

**ПРИМЕР****Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

**Коллоквиум №3**Учебный модуль: **Аналитическая химия**Для специальности: **33.05.01 - фармация****Вариант 1**

1. Оценка окислительно-восстановительной способности веществ. Вывод уравнения Нернста.
2. а) Напишите уравнение открытия  $\text{PO}_4^{3-}$  магниальной смесью.  
б) Как открыть  $\text{S}^{2-}$  в присутствии анионов I-III аналитических групп.
3. Произойдет ли осаждение  $\text{PbS}$  при насыщении сероводородом ( $\text{C}_{\text{H}_2\text{S}}=0.1$  моль/л) раствора, содержащего  $2 \cdot 10^{-3}$  М  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  с  $\text{pH}=1,0$ ?

**4 семестр**

## 6) Контрольная работа №1

| <i>Критерии оценки</i>                                       | <i>Количество вариантов заданий</i> | <i>Количество вопросов</i> |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| одна задача – 2 балла в соответствие с паспортом компетенции | 15                                  | 10                         |

**ПРИМЕР****Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

**Контрольная работа №1**Учебный модуль: **Аналитическая химия**Для специальности: **33.05.01 - фармация****Вариант 1**

1. Какие законы лежат в основе гравиметрического анализа?
2. Как влияют на полноту осаждения: а) температура раствора; б) количество осадителя; в) присутствие посторонних электролитов?
3. Какие соединения -  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  - следует использовать для осаждения кальция?
4. В каком случае при титровании точка эквивалентности лежит в области  $\text{pH} > 7$ ?
5. Какова масса навески гидроксида натрия, содержащейся в 1 л раствора, если на титрование 20 мл полученного раствора расходуется 22,4 мл раствора серной кислоты  $\text{C}_{\text{M}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$  моль/л?

6. По какой формуле нужно вычислить pH в заданной точке, если к 20 мл раствора уксусной кислоты ( $C_{\text{экв}} = 0,1$  моль/л) добавлено 19,8 мл раствора гидроксида натрия ( $C_{\text{экв}} = 0,1$  моль/л)?
7. Для чего необходимы кривые титрования по методу редоксиметрии?
8. Как определяется эквивалент в реакциях окисления-восстановления? Определите эквиваленты окислителя и восстановителя при титровании: а)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4$ ; б)  $\text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .
9. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности: 0,2 н  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  - 0,4 н  $\text{KMnO}_4$  если pH = 3.
10. Сколько мл 1,0 н  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  надо прибавить к 1 л раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  с титром по железу 0,0035, чтобы получить раствор с титром по железу 0,0045?

## 8) Коллоквиум №1

| Критерии оценки                                                         | Количество вариантов заданий | Количество вопросов |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| теоретический вопрос – 15 баллов в соответствие с паспортом компетенции | 15                           | 2                   |
| задача – 15 баллов в соответствие с паспортом компетенции               |                              |                     |

## ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

## Коллоквиум №1

Учебный модуль: Аналитическая химия

Для специальности: 33.05.01 - фармация

## Вариант 1

1. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Механизм осаждения.
2. Рассчитать и построить кривую титрования 0,2 н. KCN 0,1 н. раствором HCl

## 9) Контрольная работа №2

| Критерии оценки                                              | Количество вариантов заданий | Количество вопросов |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| одна задача – 4 балла в соответствие с паспортом компетенции | 11                           | 6                   |

## ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

## Контрольная работа №2

Учебный модуль: Аналитическая химия

Для специальности: 33.05.01 - фармация

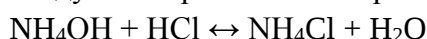
## Вариант 1

1. При титровании 50 мл раствора, содержащего NaOH и  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 0,01н HCl получили следующие данные:

|                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| $V_{\text{HCl}}$ , мл  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10    |
| $\chi \cdot 10^4$ См/м | 6,30 | 5,41 | 4,52 | 3,62 | 3,71 | 4,79 | 5,85 | 6,93 | 9,00 | 12,08 | 15,13 |

Построить график кондуктометрического титрования и определить точки эквивалентности и рассчитать концентрацию (г/л) NaOH и  $\text{NH}_4\text{OH}$  в исследуемом растворе.

2. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции:



3. Рассчитать pH раствора, если показания pH-метра, калиброванного по хлорсеребряному электроду при использовании каломельного электрода равен 5,0. Для хлорсеребряного электрода  $\phi^0 = 201$  мВ; для каломельного –  $\phi^0 = 247$  мВ.
4. При титровании 20 мл раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , содержащего примесь  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,1н раствором NaOH были получены следующие данные:

|       |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| V, мл | 5,0 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 14,5 | 15,0 | 15,5 | 16,0 | 17,0 |
| pH    | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 4,3 | 5,8 | 6,1 | 6,7  | 7,2  | 7,8  | 8,1  | 8,6  | 9,5  | 9,8  | 10,5 |

Рассчитать концентрации  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  в растворе.

5. Рассчитать pH раствора по следующим экспериментальным данным:



#### 10) Коллоквиум №2

| Критерии оценки                                                         | Количество вариантов заданий | Количество вопросов |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| теоретический вопрос – 15 баллов в соответствие с паспортом компетенции | 15                           | 2                   |
| задача – 15 баллов в соответствие с паспортом компетенции               |                              |                     |

#### ПРИМЕР

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

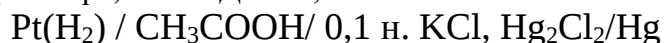
#### Коллоквиум №2

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **33.05.01 - фармация**

#### Вариант 1

1. Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов.
2. Рассчитать pH раствора, если ЭДС = 0,498 В



#### 11) Коллоквиум №3

| Критерии оценки                                                | Количество вариантов заданий | Количество вопросов |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| каждый вопрос – 3 балла в соответствие с паспортом компетенции | 15                           | 10                  |
|                                                                |                              |                     |

#### ПРИМЕР

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

#### Коллоквиум №3

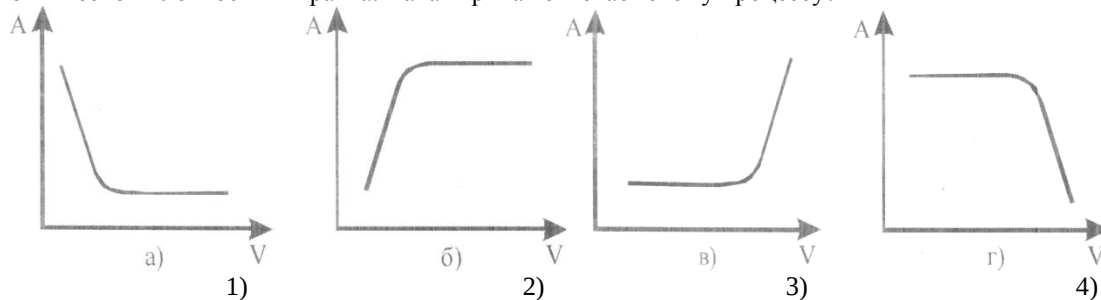
Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **33.05.01 - фармация**

#### Вариант 1

1. Какое свойство используется в спектрофотометрических методах анализа?
  - 1) излучение света атомами вещества;
  - 2) поглощение света атомами вещества;
  - 3) поглощение света молекулами или ионами;
  - 4) рассеяние света частицами вещества.
2. Каким соотношением связаны между собой оптическая плотность (A) и коэффициент пропускания (T)?
  - 1)  $T = -\lg A$ ;
  - 2)  $A = -\lg T$ ;
  - 3)  $\lg T = \varepsilon \cdot l \cdot C$
  - 4)  $T = 10^{-\varepsilon \cdot l \cdot C}$ .

3. При фотометрическом титровании  $\text{FeSO}_4$  раствором  $\text{KMnO}_4$  регистрацию ведут по изменению оптической плотности титранта. Какая кривая отвечает этому процессу?



4. Как бы Вы оценили погрешность турбидиметрического метода по сравнению с гравиметрическим и фотометрическим методами?

- 1) сравнима с погрешностью гравиметрического определения;
- 2) сравнима с погрешностью фотометрического метода;
- 2) больше, чем погрешность гравиметрического метода, но меньше, чем фотометрического;
- 4) больше, чем в гравиметрии и фотометрии.

5. Какой физический процесс лежит в основе эмиссионного спектрального анализа?

- 1) энергетический переход внутренних электронов в молекуле;
- 2) энергетический переход внешних электронов в молекуле;
- 3) переход внешних электронов в атоме с возбужденного уровня на более низкий;
- 4) переход внешних электронов в атоме с основного уровня на возбужденный.

6. В каком методе количественной хроматографии строят графики зависимости высоты или площади пика от концентрации вещества и по ним определяют концентрацию анализируемого вещества?

- 1) в методе простой нормировки;
- 2) в методе нормировки с калибровочными коэффициентами;
- 3) в методе абсолютной калибровки;
- 4) в методе внутреннего стандарта.

7. Каким уравнением описывается аналитическая функция метода высокочастотного титрования?

- 1)  $\kappa = K \cdot C$ ;
- 2)  $E = E_0 \pm S \cdot \lg a(x)$ ;
- 3)  $I_d = K \cdot C$ ;
- 4)  $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$ .

8. Какой электрод следует использовать при потенциометрических определениях с участием реакций окисления-восстановления?

- 1) хингидронный;
- 2) водородный;
- 3) каломельный;
- 4) платиновый.

9. При приготовлении серии стандартных растворов для градуировочного графика в ионометрии для разбавления используется раствор индифферентного электролита, а не вода: почему?

- 1) для поддержания постоянной ионной силы раствора;
- 2) для сохранения постоянства pH;
- 3) во избежание побочных реакций;
- 4) для достижения определенной плотности раствора.

10. Значения  $E_{1/2}$  в 1 М растворе KCl равны: для  $\text{Tl}^+ = -0,46$  В, для  $\text{Pb}^{2+} = -0,39$  В, для  $\text{Ni}^{2+} = -1,18$  В. Какие из названных ионов можно идентифицировать с помощью полярограммы?

- 1) все ионы  $\text{Tl}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ;
- 2) два иона  $\text{Tl}^+$  и  $\text{Ni}^{2+}$ ;
- 3) только один ион  $\text{Ni}^{2+}$ ;
- 4) только один ион  $\text{Pb}^{2+}$ .

## 12) Экзамен

| Критерии оценки                                             | Количество вариантов заданий | Количество вопросов |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 1 вопрос – 15 баллов в соответствии с паспортом компетенции |                              | 4                   |
| 2 вопрос – 15 баллов в соответствии с паспортом компетенции |                              |                     |
| 3 вопрос – 20 баллов в соответствии с паспортом компетенции |                              |                     |

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**  
**Кафедра фундаментальной и прикладной химии**  
**Экзаменационный билет №1**

**Дисциплина:** Аналитическая химия  
**Для специальности** 33.05.01 - фармацевция

1. Теория осаждения в гравиметрическом методе анализа: выбор осадителя, полнота осаждения, механизм образования осадков.
2. Приборы, их принцип действия в кондуктометрическом методе анализа. Устройство кондуктометрической ячейки.
3. При фотометрическом определении ванадия по методу добавок навеску стали 0,5096 г перевели в раствор и его объем довели до 50 мл. В две мерные колбы на 50 мл отобрали аликвоты раствора по 20,0 мл; в одну из колб добавили стандартный раствор ванадия (0,003 г V), затем в обе колбы – пероксид водорода. Растворы в колбах довели до метки, профотометрировали и получили:  $A_x = 0,20$  и  $A_{x+ст} = 0,48$ . Рассчитать массовую долю ванадия в стали.

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Зыкова И.В.

Принято на заседании кафедры

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ протокол № \_\_\_\_

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б  
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения**  
**Учебной дисциплины (модуля) Аналитическая химия**

1. Основная литература\*

| Библиографическое описание издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)                                                                                                                                                                     | Кол. экз. в<br>библ. НовГУ | Наличие в<br>ЭБС                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Печатные источники                                                                                                                                                                                                                                                   |                            |                                                                                                           |
| 1 <b>Харитонов Ю. Я.</b> , Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учеб. для вузов / Ю. А. Харитонов; М-во образования и науки РФ. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с.                            | 2                          |                                                                                                           |
| 2 <b>Харитонов Ю. Я.</b> , Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов; М-во образования и науки РФ. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с. | 20                         |                                                                                                           |
| 3 <b>Харитонов Ю. Я.</b> , Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия: сб. упражнений: учеб. пособие для вузов / Ю. Я. Харитонов, Д. Н. Джабаров; М-во образования и науки РФ. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 241 с.                                         | 2                          |                                                                                                           |
| 4 <b>Моногарова О. В.</b> , Аналитическая химия. Задачи и вопросы: учеб пособие: для вузов / О. В. Моногарова, С. В. Мугинова, Д. Г. Филатова; под ред. Т. Н. Шеховцевой; М-во образования и науки РФ. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с.                            | 3                          |                                                                                                           |
| 5 <b>Васильев В. П.</b> , Аналитическая химия: учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа. - 7-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2009. - 368 с.                                                                                     | 20                         |                                                                                                           |
| 6 <b>Васильев В. П.</b> , Аналитическая химия: учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 2: Физико-химические методы анализа. - 7-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2009. - 384 с.                                                                                                       | 19                         |                                                                                                           |
| Учебно-методические издания                                                                                                                                                                                                                                          |                            |                                                                                                           |
| <b>Зыкова И.В.</b> , Рабочая программа учебного модуля «Аналитическая химия» для специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная. – Великий Новгород: НовГУ, 2020. – 28 с.                                                                                       |                            |                                                                                                           |
| Качественный анализ "Анализ катионов по кислотно-основному методу. Анализ анионов и сухого вещества": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 91 с.                                                 |                            | <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1008">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1008</a> |
| Количественный анализ "Химические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 54 с.                                                                                                    |                            | <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-990">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-990</a>   |
| Физико-химические методы анализа "Электрохимические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 18 с.                                                                                  |                            | <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-991">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-991</a>   |
| Физико-химические методы анализа "Оптические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 22 с.                                                                                         |                            | <a href="https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1020">https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1020</a> |
| Электронные ресурсы                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |                                                                                                           |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            |                                                                                                           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            |                                                                                                           |

\*См. требования п. 4.3.3 ФГОС 3++ (как правило, при использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра на

каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль)).

## 2. Дополнительная литература

| Библиографическое описание издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)                                                                                             | Кол. экз. в<br>библ. НовГУ | Наличие в<br>ЭБС |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|
| Печатные источники                                                                                                                                                                           |                            |                  |
| 1 Основы аналитической химии: В 2 кн. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения / Под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2000. - 352с.                       | 2                          |                  |
| 2 Основы аналитической химии : В 2 кн. Кн. 2 : Методы химического анализа / Под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2000. - 494с.                            | 2                          |                  |
| 3 Основы аналитической химии: Практическое руководство / Под ред. Ю.А.Золотова. - М. : Высшая школа, 2001. - 463с.                                                                           | 1                          |                  |
| 4 Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : учеб. пособие для вузов / Под ред. Ю.А.Золотова. - М. : Высшая школа, 2002. - 412 с.                                                        | 1                          |                  |
| 5 Аналитическая химия. Проблемы и подходы = Analytical Chemistry : В 2 т. Т.1 / Ред. Р.Кельнер и др.; Пер. с англ. А.Г.Борзенко и др., под ред. Ю.А.Золотова. - М. : Мир: АСТ, 2004. - 608с. | 6                          |                  |
| Электронные ресурсы                                                                                                                                                                          |                            |                  |
| 1                                                                                                                                                                                            |                            |                  |
| 2                                                                                                                                                                                            |                            |                  |

Зав. кафедрой И.В.Зыкова  
 « 03 » июня 2020 г.  
 подпись И.О. Фамилия

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_/20\_\_ учебный год.  
 Протокол № \_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
 Разработчик: \_\_\_\_\_  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_/20\_\_ учебный год.  
Протокол № \_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Разработчик: \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_/20\_\_ учебный год.  
Протокол № \_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Разработчик: \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

[illegible]