
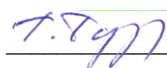


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры ФХ и ХЭ  
протокол № 4 от «25» января 2021 г.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой  /Мустафин А.Г.

 /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина «Исследование реакций комплексообразования в растворах»


Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)  
04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Специализация  
Неорганическая химия

Квалификация  
Химик. Преподаватель химии

Разработчик (составитель) <u>Доцент, к.х.н., доцент</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	<u></u> Кузина Л.Г. (подпись, Фамилия И.О.)
--	---

Для приема: 2021 г.

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: к.х.н., доцент Кузина Л.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии и химической экологии, протокол № 4 от «25» января 2021 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / Мустафин А.Г.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19
Приложение 1	23
Приложение 2	26

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций <sup>1</sup> (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-2. Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.
		ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
		ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов
		ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием
	ПК-3. Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии
		ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии
		ПК-3.3. Владеть систе-	Владеть: Системой фун-

<sup>1</sup> Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

		мой фундаментальных понятий химии.	даментальных понятий химии.
	ПК-4. способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук
		ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов
		ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Исследование реакций комплексообразования в растворах» является дисциплиной, формируемой участниками образовательных отношений специализации и читается на 5 курсе в 9 семестре на кафедре физической химии и химической экологии студентам, выбравшим специализацию «Неорганическая химия». Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Химия комплексных соединений», «Математика», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Физические методы исследования», «Информатика».

Цель дисциплины «Исследование реакций комплексообразования в растворах» - конкретизировать и расширить знания студентов об использовании различных физических и физико-химических методов в исследовании состава и устойчивости комплексных соединений.

Компетенции, усвоенные в рамках дисциплины «Исследование реакций комплексообразования в растворах», понадобятся для освоения компетенций дисциплин «Биоматериалы», «Структурная химия», «Преддипломная практика», «Подготовка и защита ВКР».

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции **ПК-2**. Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Затрудняется в определении и назначении компонентов прибора и программ	Самостоятельно определяет компоненты приборов Имеет представления о нормальном режиме их функционирования при проведении отдельных операций	Самостоятельно определяет компоненты приборов. Имеет представления о нормальном режиме их функционирования. Применяет компьютерные программы для управления прибором	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и критическом режимах их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
ПК-2.2 Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Затрудняется в проведении эксперимента на научном оборудовании использовании специализированных программ	Проводит отдельные операции в ходе эксперимента на научном оборудовании без обработки результатов измерений в специализированных компьютерных программах.	Проводит отдельные операции в ходе эксперимента на научном оборудовании без обработки результатов измерений в специализированных компьютерных программах.	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
ПК-2.3. Владеть:	Владеть: ос-	Затрудняется	Выполняет от-	Самостоя-	Самостоя-

деть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	номами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	в подготовке проб и объектов для последующего исследования. Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятия показаний измерений	дельные операции в ходе пробоподготовки. Проводит измерения, не способен изменять параметры прибора.	тельно выполняет большинство операций в ходе пробоподготовки простых объектов Самостоятельно готовит прибор к запуску, контролирует и изменяет параметры прибора в ходе эксперимента.	тельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки Способен к проведению полного цикла работ на специализированном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности
ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования. Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятия показаний измерений	Выполняет отдельные операции в ходе пробоподготовки. Проводит измерения, не способен изменять параметры прибора.	Самостоятельно выполняет большинство операций в ходе пробоподготовки простых объектов Самостоятельно готовит прибор к запуску, контролирует и изменяет параметры прибора в ходе эксперимента.	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки Способен к проведению полного цикла работ на специализированном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности

Код и формулировка компетенции **ПК-3**. Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («удовлетворительно»)	4 («хорошо»)	5 («отлично»)
ПК-3.1. Знать ос-	Знать: Основные понятия и	Знания носят фрагментарный	Знание базовых и понятий и законов хими-	В целом сформированные зна-	Сформированное и систематизиро-



новные понятия и законы химии	законы химии	характер	ческой науки.	ния о системе фундаментальных химических понятий, содержащие некоторые пробелы.	ванное представление о химической науке
ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии	Частично освоенное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	В целом успешно, но не системное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	Сформированное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов
ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	Фрагментарное владение системой фундаментальных химических понятий	В целом успешное, но не <b>системное</b> владение системой фундаментальных химических понятий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение системой фундаментальных химических понятий	Успешное и <b>системное</b> владение системой фундаментальных химических понятий

Код и формулировка компетенции **ПК-4.** Способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («удовлетворительно»)	4 («хорошо»)	5 («отлично»)
ПК-4.1.	Знать: основные законы химии и	Имеет представление об	Знает некоторые понятия и	Знание о естественно-	Полные и системные зна-

Знать основные законы химии и смежных наук	смежных наук	основных химических законах	законы химии и смежных наук	научных законах и закономерностях развития химической науки в целом полные, но содержат некоторые пробелы.	ния о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки
ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Частично освоенное умение применять естественнонаучные законы	В целом успешно, но не <b>системное</b> умение решать типичные задачи, связанные с обработкой и анализом полученных результатов	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение решать типичные задачи, связанные с обработкой и анализом полученных результатов	Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с применением естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов
ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Фрагментарное владение навыками анализа и обработки результатов	В целом успешное, но не <b>системное</b> владение навыками анализа и обработки результатов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками анализа и обработки результатов	Успешное и <b>системное</b> владение навыками применения основных естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов

Бально-рейтинговая система является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

Шкала оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

**4.2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум
ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум
ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум
ПК-2.4_ Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум
ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум, контрольная работа
ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии	Групповой опрос - тест, коллоквиум
ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум
ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум, контрольная работа
ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум
ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Групповой опрос - собеседование, коллоквиум

**Вопросы для подготовки к аудиторной работе**

Раздел 1

Типы реакций комплексообразования в растворах. Устойчивость комплексов. Термодинамические константы устойчивости и их определение. Среда. Природа фонового электролита. Нижний и верхний пределы констант устойчивости. Ступенчатое образование комплексов, фактор рассеяния.

Определение состава комплексов в растворе. Метод соответственных растворов. Метод стехиометрического разбавления. Основные положения и границы применения методов.

Определение состава комплексов в растворе. Метод молярных отношений. Метод изомолярных серий. Метод Бента-Френча.

#### Раздел 2.

Экспериментальные методы исследования равновесий реакций комплексообразования. Метод экстракции. Применение метода при изучении реакций комплексообразования. Возможности и недостатки метода.

Метод растворимости. Определение константы устойчивости малорастворимых комплексных соединений.

Калориметрический метод. Приборы. Возможности метода и его ограничения. Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования.

Полярография. Применение метода при изучении реакций комплексообразования. Возможности метода и его ограничения. Принцип работы полярографа.

Техника безопасности при работе с электрическими приборами, с полярографом.

#### Раздел 3.

Потенциометрия. Измерение потенциала. Градуировка электродов.

Планирование рН-метрического эксперимента и его проведение. Потенциометрическое изучение протонирования лиганда.

Расчет констант устойчивости на основании потенциометрических данных. Алгебраические методы определения констант устойчивости комплексов. Формулы Шварценбаха, Гильденгершеля, Бриттона.

Использование ион-селективных электродов. Расчет констант устойчивости на основании потенциометрических данных.

Возможности метода и его ограничения. Приборы. Принцип работы потенциометра.

Техника безопасности при работе с электрическими приборами, с потенциометром.

#### Раздел 4.

Электронные спектры. Спектры поглощения в ультрафиолетовом и видимом областях (УФ-спектры). Условия получения и способы изображения электронных спектров. Принцип работы УФ-спектрофотометра. Техника безопасности при работе с электрическими приборами.

Спектрофотометрия в видимой и УФ-области. Возможности спектрофотометрии в изучении реакций комплексообразования. Недостатки метода.

Планирование эксперимента и его проведение. Измерение светопоглощения.

Определение состава комплекса по спектрофотометрическим данным.

Расчет констант устойчивости по спектрофотометрическим данным.

Фотометрическое исследование протонирования лиганда.

### АУДИТОРНАЯ РАБОТА

#### **Критерии оценки (в баллах) аудиторной работы**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом вопросе;

- 1 балл выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом вопросе;
- 2 балла выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом вопросе;
- 3 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 4 балла выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом вопросе;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом вопросе, ответы не содержат ошибок.

Пример вопросов для группового опроса

**Вопросы для устного опроса, собеседования**

**Групповой опрос (собеседование) 1.**

1. Константа устойчивости и константа нестойкости КС. Их взаимосвязь.
2. Концентрационная и термодинамическая константы устойчивости КС. Отличия.
3. Чем определяются верхний и нижний пределы констант устойчивости.
4. Ступенчатое образование комплексов.
5. Полная (общая) и ступенчатые константы устойчивости.
6. Фактор рассеяния.

Примеры задач аудиторной работы.

1. Рассчитайте условную константу устойчивости  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$  в растворе, содержащем  $1 \cdot 10^{-3}$  М тиосульфата натрия.
2. Рассчитайте равновесную концентрацию  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$  в 0.01 М растворе нитрата серебра в присутствии 2 М аммиака.
3. Сколько молей гидроксида натрия необходимо добавить к 0.01 М раствору нитрата свинца, чтобы концентрация ионов свинца понизилась до  $1 \cdot 10^{-5}$  М за счет образования  $\text{Pb}(\text{OH})_3^-$ ?
4. Сколько миллилитров 2 М раствора аммиака необходимо прибавить к 200 мл 0.05 М раствора нитрата серебра, чтобы концентрация иона серебра понизилась до  $1 \cdot 10^{-5}$  М?
5. Рассчитайте равновесную концентрацию ионов ртути (II) в  $1.0 \cdot 10^{-2}$  М растворе нитрата ртути (II) в присутствии 1 М иодида калия.
13. Рассчитайте степень образования  $\text{HgI}_3^-$  и  $\text{HgI}_4^{2-}$  в растворе с равновесной концентрацией иодид-иона 0.100 М.
6. Выпадет ли осадок сульфида кадмия, если через раствор, содержащий  $1.0 \cdot 10^{-2}$  М кадмия и 1 М соляной кислоты, пропустить сероводород до насыщения?
7. Рассчитайте растворимость фосфата свинца в  $1.010^{-3}$  М гидроксиде натрия.

**КОЛЛОКВИУМЫ**

**Критерии оценки (в баллах) коллоквиумов**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не имеет представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 5 баллов выставляется студенту, если студент имеет фрагментарные представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 10 баллов выставляется студенту, если студент имеет неполные представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 15 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие существенные пробелы представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 20 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об обсуждаемом разделе дисциплины;
- 25 баллов выставляется студенту, если студент имеет сформированные систематические представления об обсуждаемом разделе дисциплины.

#### Примеры вопросов к коллоквиумам

##### **Коллоквиум №1**

##### **Метод потенциометрии в изучении реакций комплексообразования в растворах**

1. Теоретические основы метода потенциометрии. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Зависимость потенциала электрода от температуры, концентрации ионов, pH среды. Влияние реакций комплексообразования на электродный потенциал.
2. Электроды сравнения. Индикаторные электроды. Электроды в методе pH-метрии.
3. Возможности и недостатки метода потенциометрии. Методики проведения эксперимента: прямая потенциометрия и метод потенциометрического титрования.
4. Потенциометрическое изучение протонирования лиганда. Измерение потенциала. Градуировка электродов. Планирование pH-метрического эксперимента и его проведение.
5. Определение констант диссоциации лигандов методом pH-метрии.
6. Расчет констант устойчивости на основании потенциометрических данных. Алгебраические методы определения констант устойчивости комплексов. Формулы Шварценбаха, Гильденгершеля, Бриттона. Метод Альберта-Серженца.
7. Использование ион-селективных электродов. Расчет констант устойчивости на основании потенциометрических данных.

##### **Коллоквиум №2**

##### **Метод спектрофотометрии в изучении реакций комплексообразования в растворах**

1. Теоретические основы метода спектрофотометрии.
2. Спектрофотометрия в видимой и УФ-области. Возможности спектрофотометрии в изучении реакций комплексообразования. Недостатки метода.
3. Планирование эксперимента и его проведение. Измерение светопоглощения.
4. Определение состава комплекса по спектрофотометрическим данным. Метод молярных отношений лиганда (металла). Метод изомолярных серий. Способ Адамовича.
5. Расчет констант устойчивости по спектрофотометрическим данным. Способ Бабко (метод разбавления). Метод Бьеррума.
6. Фотометрическое исследование протонирования лиганда.

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ**

##### Примеры контрольных работ

Критерии оценки (в баллах):

- 1 - 2 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на 25 % вопросов;
- 3 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на 30 - 50 % вопросов.;
- 4 балла выставляется студенту, если он правильно ответил на 60 - 75 % вопросов;
- 5 баллов выставляется студенту, если он правильно ответил на 80 - 100 % вопросов.;

### **Контрольная работа №1**

#### **1 вариант**

1. Влияние реакций комплексообразования на электродный потенциал. Использование метода потенциометрии для определения состава комплекса и его устойчивости.
2. Выведите формулу для расчета стандартного потенциала полуреакции, в которой окисленная форма связана в комплексное соединение.
3. Приведите общую константу устойчивости комплекса  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ . Чему равно изменение энергии Гиббса в стандартных условиях для реакции образования этого комплекса из иона  $\text{Cu}^{2+}$  и молекул  $\text{NH}_3$ ? Рассчитайте константу устойчивости комплекса по термодинамическим данным.

### **Контрольная работа №2**

#### **1 вариант**

1. Метод молярных отношений металла. Суть метода. Преимущества метода и его недостатки. Применение метода в спектрофотометрии.
2. Выведите формулу для расчета равновесной концентрации комплекса при заданных концентрациях комплексообразователя и лиганда.
3. Рассчитайте равновесную концентрацию  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)^+]$  в 0,01 М растворе нитрата серебра, содержащем 2 М аммиака.

## **РЕФЕРАТЫ**

### **Критерии оценок реферата**

1-2 балла выставляется студенту, если он кратко изложил основы метода и его возможности, недостатки и ограничения, используя для этого только 1-2 учебника по физико-химическим методам исследования соединений;

3-4 балла выставляется студенту, если он изложил основы метода и его возможности в исследовании комплексных соединений, недостатки и ограничения, используя для этого только учебную литературу;

5-6 баллов выставляется студенту, если он изложил основы метода и его возможности в исследовании комплексных соединений, провел анализ учебной и научной литературы по применению метода, но не смог полно осветить его в литературном обзоре;

7-8 баллов выставляется студенту, если он изложил основы метода и его возможности в исследовании комплексных соединений, провел анализ учебной и научной литературы по применению метода и изложил его в виде литературного обзора, но не смог сделать вывод о границах его применимости и недостатках;

9-10 баллов выставляется студенту, если он изложил основы метода и его возможности в исследовании комплексных соединений, провел анализ учебной и научной литературы по применению метода и изложил его в виде литературного обзора, сделал обоснованный вывод о границах его применимости и недостатках.

### Темы рефератов

1. Метод экстракции в определении состава и констант устойчивости комплексных соединений.
2. Метод растворимости. Возможности и ограничения метода.
3. Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования. Калориметрический метод.
4. Полярография. Использование метода для определения состава и устойчивости комплексных соединений. Возможности и ограничения метода.
5. Применение ИК-спектроскопии для исследования реакций неорганических соединений. Определение способа координации лиганда в координационном соединении, образование мостиковых и сеточных структур. Проявление цис-транс-изомерии в ИК-спектрах координационных соединений.
6. Применение ЯМР- спектроскопии для исследования реакций комплексообразования.
7. Метод потенциометрии в исследовании комплексных соединений.
8. Применение рН-метрии для изучения реакций комплексообразования в растворах.
9. Исследование реакций комплексообразования биометаллов с аминокислотами спектрофотометрическим методом.
10. Программы математического моделирования для расчета констант устойчивости комплексных соединений.
11. Методы изучения молекулярных комплексов.
12. Спектрофотометрия как метод изучения комплексообразования в растворе.



## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Третьяков Ю.Д. и др. Неорганическая химия. Химия элементов: Учебник в трех томах. Т. 3 – М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. – 30 экз.
2. Киселев Ю.М. Химия координационных соединений: учебник и практикум для бакалавров и магистратуры.- М.: изд-во Юрайт, 2014 – 657 с. – 1 экз.,

#### Дополнительная литература:

3. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений : учеб. пособие / Н. А. Костромина, В. Н. Кумок, Н. А. Скорик ; под общ. ред. Н. А. Костроминой .— М. : Высшая школа, 1990 .— 431 с. – 8 экз.
4. Хартли Ф. и др. Равновесия в растворах / Ф. Хартли, К. Бёргес, Р. Оллок ; пер.с англ Н. В. Колычевой; под ред. О. М. Петрухина .— М. : Мир, 1983 .— 360 с. – 2 экз.
5. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами. – М.: Мир, 1989 – 413 с. – 1 экз.
6. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. – М.: Высш. шк., 1985. – 12 экз.
7. Кукушкин В.Ю. Теория и практика синтеза координационных соединений / В. Ю. Кукушкин, Ю. Н. Кукушкин ; Академия наук СССР, Отделение физикохимии и технологии неорганических материалов; под ред. Н. М. Жаворонкова .— Л. : Наука, 1990 — 264 с.- 2 экз.
8. Маров И.Н., Костромина Н.А. ЭПР и ЯМР в химии координационных соединений .— М. : Наука, 1979 .— 268 с. – 2 экз.
9. Саввин С.Б, Кузин Э.Л.. Электронные спектры и структура органических реагентов / С. Б. Саввин, Э. Л. Кузин ; Академия наук СССР, Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского; отв. ред. Л. А. Грибов, А. И. Черкесов .— М. : Наука, 1974 .— 280 с. – 2 экз.
10. Шлефер Г.Л. Комплексообразование в растворах : Методы определения состава и констант устойчивости комплексных соединений в растворах / Г. Л. Шлефер ; под ред. А. А. Гринберга; пер.с нем. М. И. Гельфмана .— М.-Л. : Химия, 1964 .— 379 с. – 1 экз.
11. Исследование комплексообразования в растворах методом распределения. /А.П.Зозуля, В.М.Пешкова. Успехи химии, 1960 г., т.29, с. 234-268
12. Химия координационных соединений./ Сборник задач для студентов 4 курса химического факультета – Уфа: РИО БашГУ, 2001.- 10 экз. на кафедре

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019
10. Linux OpenSUSE 12.3 (x84\_64) GNU General Public License

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1.учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория №310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория №310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), лаборатория № 401 (химфак корпус), лаборатория № 421 (химфак корпус), лаборатория № 309 (химфак корпус), лаборатория № 307 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008(химфак корпус)</p> <p><b>3.учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория №310 (химфак корпус), аудитория № 305</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска,ноутбук,мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см SpectraClassic.</p> <p><b>Аудитория № 311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук,проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Mattewhite.</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук,мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный ClassicNorma 244*183.</p> <p><b>Аудитория № 305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук,мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный ClassicNorma 244*183.</p> <p><b>Лаборатория № 401</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, баня водяная, весы аналитические Leki B2104(100*0.001 г), весы ВК-600 лабораторные (600*0,01 г), системный блок компьютера Pentium 4 2.0A/GigaByte GA-8LD533/512Mb/4 О.ОGь/FDD/ATX. дистиллятор ДЭ-4.</p> <p><b>Лаборатория № 421</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, весы ВК-600 лабораторные (600*0,01г)</p> <p><b>Лаборатория № 307</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, измеритель ОР-264/1 – 2 шт.,компьютер в составе сист.блок BUSNBusiness,монитор20"LG, клавиатура, мышь, мешалка магнитная с подогревомПЭ-61ЮМ, МФУ XEROX WorkCentrePE114e(цифр.копир14коп/мин +лаз.принтер600*600dpi,14стр/мин), монитор ЖК 15" BenQFP 51G&lt;Silver-Black&gt; (1024*768, LCD), принтер HP Laser Jet 1022 (A4, 1200dpi, 18 стр/мин), приспособлениеитрТПР-М-4, регистратор ОН-827, рН-метр рН-150МИ сгос.поверкой, системный блоккомпьютера CeleronD2.26/256Mb/80Gb/3.5"/Комбо:</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензиибес-срочные</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019</p> <p>4. LinuxOpenSUSE 12.3 (x84_64) GNUGeneralPublicLicense</p>

<p>(химфак корпус)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус), аудитория № 001 (химфак корпус), аудитория № 002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), аудитория № 007 (химфак корпус), аудитория № 008 (химфак корпус), аудитория № 004 (химфак корпус), аудитория № 005 (химфак корпус)</p> <p><b>5.помещение для самостоятельной работы:</b> зал доступа к электронной информации Библиотеки, читальный зал №1 (главный корпус), читальный зал №2 (физмат корпус-учебное), читальный зал №4 (корпус биофака), читальный зал №5 (гуманитарный корпус), читальный зал №6 (учебный корпус), читальный зал №7 (гуманитарный корпус), аудитория № 418 (химфак корпус)</p> <p><b>6. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория № 416 (химфак корпус)</p>	<p>16/52/24/52/Корпус STEP 300W</p> <p><b>Аудитория № 309</b> Учебная мебель, двухлучевой сканирующий спектрофотометр для работы в ультрафиолетовом и видимом диапазоне спектра UV-2450PC(фирмы «Shimadzu»), высокочувствительный ИК Фурье-спектрометр FTIR-8400S (фирмы «Shimadzu»), комплекс «Хроматэк-кристалл» аппаратно-прогр., весы аналитические, термостат, термостатируемый планшет фирмы "PIKE Technologies", приставка многократного нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО) фирмы *PIKE Technologies", комплекс аппаратно-программный для медицинских исследований на базе хроматографа "Хроматэк-Кристалл 5000", компьютер персональный, РМС *Кинетика-2, РМС Электрохимия.</p> <p><b>Аудитория № 001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 004</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер Lenovo ThinkCentre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19" - 15 шт, шкаф настенный TLK6U.</p> <p><b>Аудитория № 005</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, компьютер DEPONeos 470 MDi5_3450/4GDDR/T500 G/DVD+R и монитор ViewSonic 21.5 - 13 шт, шкаф TLK TWP-065442-G-GY, шкаф монтажный NT PRACTIC 2MP47-610B/SSt450/SKS1/SSt750,59560, 00 T.316-14, шкаф настенный TLK6U.</p> <p><b>Зал доступа к электронной информации Библиотеки</b> ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет, неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС; количество поса-</p>	
--	---	--

	<p>дочных мест – 8.</p> <p><b>Читальный зал №1</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал №4</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.</p> <p><b>Читальный зал №5</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал №6</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал №7</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p><b>Аудитория № 418</b>  Учебная мебель, факсимильным аппарат Panasonic KX-FL423RUB – 2 шт., эН-метр рН-150МИ (с гос. поверкой), автотрансформатор TDGC2-0.5K(0,5kBT; 2A,220/0-250V),3604, 99р Т.207/2-15, весы "Ohaus" PA64C (65г, 0,1мг) с поверкой, весы VIC-1500d1 (1500г. 100МГ, внешн.калибровка) ACCULAB, иономер И-160МИ с поверкой, комплекс вольтамперометрический СТА, компьютер в комплекте DEPO Neos 4601\Ю/монитор 20" Samsung BX2035/кпав./мышь, компьютер персональный №1 т.210-14/3, магнитная мешалка без нагрева Tolorino – 2шт, магнитная мешалка с нагревом и нанокерамич.поверх hG-MAG HS, метр-рН рН-150МИ (с гос.поверкой), монитор 19" LG L1919S BF Black (LCD&lt;TFT,8ms, 1280*1024,250КД/М.1 400:1,4:3 D-Sub), персональный компьютер в составе с/блок/Сого J7-4770 (3.4)/H87/SYGA/HDD 500Gb, монитор ЖК"20"Вепс1.клавиатура+мышь, принтер Canoni-SENSYSMF3010, рН-метр рН-150МИ с</p>	
--	---	--

	<p>гос.поверкой, системный блок ПК (775), шкаф сушильный LOIPLF-25/350-GS1, (310X 310x310 мм б/вентилятора.нерж.сталь цифровой контролер), количество посадочных мест – 10.</p> <p><b>Лаборатория № 416</b></p> <p>Атомно-абсорбционный спектрофотометр модель AA-7000, фирмы "Шимадзу", Япония, баллон с гелием марки А – 2 шт, вентилятор ВЕНТС 100 ВКМц/*1/, газовый хромато-масс-спектрометр модель GCMS-QP 2010PIUS, компьютер в составе: системный блок, монитор, клавиатура, мышь, кондиционер QUATTROCUMA QV/QN-F12WA, ноутбук FujitsuLifeboоKF530 IntelCorei3-330M/4Gb/500Gb/ DVD-RW/ВТ/15.6"/Win7НВ+Office, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20"СQ 100 eu (моноблок), электроплитка Irit IR-8200,1500Вт диаметр конфорки 185мм.</p>	
--	--	--

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Исследование реакций комплексообразования в растворах»

9 семестр

очная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: доцент, к.х.н.Кузина Л.Г.,

лабораторные и практические занятия: доцент, к.х.н.Кузина Л.Г.

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	90,7
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	<b>0,7</b>
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	17,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Примечание [i1]: СР+контроль+ часы КСР

Форма(ы) контроля:  
зачет 9 семестр  
контрольная работа

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Типы реакций комплексообразования в растворах. Устойчивость комплексов. Термодинамические константы устойчивости и их определение. Среда. Природа фонового электролита. Нижний и верхний пределы констант устойчивости. Ступенчатое образование комплексов, фактор рассеяния.	2	4		1	[1-7]	№10, гл. 1.3-1.9, 3.4-3.5; №3, гл. 2.1-2.5, 6.6	Групповой опрос 1
2.	Определение состава комплексов в растворе. Метод соответственных растворов. Метод стехиометрического разбавления. Основные положения и границы применения методов.	2	4	4	2	[1-7]	№10, гл. 6.1-6.3, 9.1-9.6; №3, гл. 4.1-4.11	Контрольная работа 1
3.	Определение состава комплексов в растворе. Метод молярных отношений. Метод изомолярных серий. Метод Бента-Френча.	2	4	4	2	[1-7]	№10, гл. 2.1-2.6; №3, гл. 4.2 №6, с. 84-98	Контрольная работа 1
4.	Экспериментальные методы исследования равновесий реакций комплексообразования. Метод экстракции. Метод растворимости. Калориметрический метод. Полярография.	2	4		4	[1-7], [9-14]	№2, с.315-322 №10, гл. 3.1-3.8 №3, гл. 4.4-4.7, 4.10	Групповой опрос 2
5	Потенциометрия. Измерение потенциала. Градуировка электродов.	2	4	8	2	[1-11]	№10, гл.8.1-8.5, 12.1-12.7	Коллоквиум 1

**Примечание [i2]:** должны упоминаться все оценочные средства п. 4.2



	Планирование рН-метрического эксперимента и его проведение. Потенциометрическое изучение протонирования лиганда. Расчет констант устойчивости на основании потенциометрических данных. Алгебраические методы определения констант устойчивости комплексов. Формулы Шварценбаха, Гильденгершеля, Бриттона.						№6, гл. 4.9 №7, гл. 10.1-10.10 №5, с. 79-81	
6	Потенциометрия. Использование ион-селективных электродов. Расчет констант устойчивости на основании потенциометрических данных.	2	4	6	2	[1-7]	№3, с. 350-364 №10, №7,	Коллоквиум 1
7	Спектрофотометрия. Планирование эксперимента и его проведение. Измерение светопоглощения. Расчет констант устойчивости по спектрофотометрическим данным. Фотометрическое исследование протонирования лиганда.	2	6	8	3	[2, 4-6,]	№2, гл. 4.2, №3, с. 218-266 № 4 - 6	Коллоквиум 2 Защита рефератов
8	Обработка результатов. Выведенные функции. Функция образования. Степень образования. Степень комплексообразования. Расчет констант устойчивости с использованием функции образования Бьеррума. Методы Ледена и Фронеуса.	4	6	6	1,3	[2, 4-6, 12,]	№1, гл. 7.1-7.6; 10.1-10.5 №2, гл. 4.9 №3, с. 350-364 №4, гл. 10.2-10.5	Контрольная работа №2
	<b>Всего часов:</b>	18	36	36	17,3			
	<b>ФКР</b>		0,7					
	<b>Итого</b>	18	36,7	36	17,3			

**РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ**

«Исследование реакций комплексообразования в растворах»  
 Специальность 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

курс   5  , семестр   9  

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			минимальный	максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа (групповой опрос, собеседование, решение задач)	3	5	0	15
2. Коллоквиум №1	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Контрольная работа №1	25	1	0	25
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа (групповой опрос, собеседование)	5	1	0	5
2. Реферат	10	1	0	10
3. Коллоквиум №2	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
Контрольная работа №2	25	1	0	25
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада	5			
2. Публикация статей	5			
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10