

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 27.04.2026 15:28:36

Уникальный программный ключ:

04c19ed8bfb98f1b6cb77a486b9a8788b8322323

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Химический факультет

Кафедра аналитической и физической химии

Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ»

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия

Направленность (профиль) – Физическая химия

Версия документа - 1

Стр. 1 из 19

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.И. Бирюков

« 29 » 12 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)\*

### 2.1.2.2. «Ионометрический анализ»

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия

Направленность (профиль) – Физическая химия


Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения

очная

Челябинск, 2025


\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

 <b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 2 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Программа по дисциплине «Ионометрический анализ» составлена в соответствии с паспортом научной специальности «1.4. Химические науки» и федеральными государственными требованиями (уровень образования: высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951.

Разработчики программы:

Доцент кафедры аналитической и физической химии,  
кандидат химических наук, доцент



А.И. Бирюков

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической и физической химии от « 9 » 12 2025 г., протокол № 4.

Программа утверждена на заседании Ученого совета химического факультета от « 17 » 12 2025 г., протокол № 4.

Согласовано

Декан химического факультета



В.А. Бурмистров

Заведующий кафедрой аналитической  
и физической химии




А.И. Бирюков

Заведующий отделом аспирантуры  
и докторантуры



Н.В. Бочкарева

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Аннотация программы:** Дисциплина «Ионометрический анализ» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации. Эта дисциплина опирается на предшествующие курсы специализированной подготовки «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Неорганическая химия». Для освоения данной дисциплины обучающийся должен обладать базовой химической подготовкой и навыками владения современными химическими анализами, владеть основными понятиями в области аналитической и физической химии университетского курса для студентов-химиков.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

**Цели дисциплины:** является обучение аспирантов теории и практике использования электрохимических сенсорных устройств при анализе широкого круга объектов, включающих неорганические, органические и биологические системы.


### **Задачи дисциплины:**

- Освоение теории функционирования и создания мембранных электродов.
- Получение практических навыков обращения с рыночными электродами при решении аналитической задачи, связанной с освоением известной и разработкой новой методики анализа.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Ионометрический анализ» является обязательной. Преподавание дисциплины осуществляется на первом курсе (2 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 2 зачетных единиц/72 часов, из них контактная работа с преподавателем составляет - 0,5 зачетных единиц/18 часов (лекции – 6 часов, практические – 12 часов), самостоятельная работа – 1,47 зачетных единиц/53 часов, контроль – 0,03 зачетных единиц/1 час.


Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой подготовкой по химии, физике и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен обладать навыками аналитической работы, а также владеть основными понятиями по химическим наукам.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 4 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Дисциплина «Ионометрический анализ» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для подготовки к кандидатскому экзамену, выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации.

**Требования к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося, необходимые при изучении дисциплины**

Знать	Уметь	Владеть
основные методы научно-исследовательской деятельности	выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов	составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследование по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты	систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме
фундаментальные основы аналитических методов контроля	составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчёты о научно-исследовательской работе	владеть современными методами аналитической химии

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 5 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	
знать	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;
уметь	генерировать и оформлять новые идеи при решении научных и практических задач
	работать с ионоселективными электродами и проводить экспресс анализ на содержания ионов в сточных водах
	выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования
владеть	навыками постановки задач, связанных с организацией теоретического и практического освоения ионометрических методов анализа
	современными способами использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
	современной техникой отбора информации с помощью ионоселективных приборов

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Структура дисциплины


Вид работы	Семестр				Всего
	1	2	3	4	
Общая трудоёмкость, акад. часов	-	72	-	-	72
Контактная работа:	-	18	-	-	18
Лекции, акад. часов	-	6	-	-	6
Практические (семинары), акад. часов	-	12	-	-	12
Лабораторные работы, акад. часов	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа, акад. часов	-	53	-	-	53
Контроль	-	1	-	-	1
Вид контроля (зачёт, экзамен)		диффер. зачет			

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 6 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

#### 4.2. Содержание дисциплины

№ раз дела	Наименование раздела	Количество часов					Самостоя тельная работа	Форма текущего контроля
		Всего	Контактная работа					
			Лек ции	Практи ческие, семина ры	Лаб. рабо ты			
1	Теория потенциометрического метода анализа с ионоселективными электродами	24	2	4	-		18	реферат, собеседование.
2	Современное состояние и тенденции применения ионоселективных электродов	24	2	4	-		18	реферат, собеседование.
3	Практика ионометрических методов анализа	23	2	4	-		17	реферат, собеседование.
	Контроль	1			-	1		диффер. зачет
		<b>72</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Теория потенциометрического метода анализа с ионоселективными электродами	Потенциометрические методы. Измерение потенциала с помощью потенциометра. Стандартный электрод Вестона. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Стеклоэлектрод. Теоретические основы образования потенциала стеклянного электрода. Граничный потенциал. Потенциал асимметрии. Обменные равновесия. Кислотные и щелочные ошибки некоторых стеклянных электродов. Коэффициенты потенциометрической селективности и методы их экспериментального определения. Твердые, жидкие мембранные ионоселективные электроды. Ферментные электроды. Газочувствительные электроды. Вывод уравнений расчета концентраций газов в растворах


 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 7 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		<p>при использовании газочувствительных электродов. Прямые потенциометрические измерения. Потенциал жидкостного соединения. Метод калибровки электрода. Потенциометрическое титрование. Определение конечной точки титрования. Осадительное, комплексометрическое, кислотно-основное, дифференциальное и автоматическое титрование.</p>
2	Современное состояние и тенденции применения ионоселективных электродов	<p>Роль, место и преимущества ионометрии при решении аналитических задач определения ионных, неионных и металлокомплексных веществ в разнообразных объектах неорганической, органической и биологической природы и прежде всего в медицине и экоаналитике. Новейшие разработки сенсорных устройств. Доступность, избирательность и чувствительность коммерческих электродов. Электроды с пластифицированными мембранами на основе полимерных матриц, энзимные электроды. Ионоселективные полевые транзисторы.</p>
3	Практика ионометрических методов анализа	<p>Подготовка электродов к работе и обращение с ними. Основные конструкции фабричных электродов. Методики восстановления электродной функции химическими и механическими способами. Методика изготовления простейших электродов с жидкими и пластифицированными мембранами. Нанесенные проволочные электроды. Основные конструкции электродов сравнения и подготовка их к работе. Изготовление солевых мостиков с одной и двумя жидкостными границами. Аппаратура в ионометрии.</p>

## 5. Образовательные технологии

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- интерактивные технологии;
- применение новых методов обучения, связанных с использованием возможностей виртуальной информационной среды (мультимедийные технологии).

В соответствии с утвержденной основной образовательной программой по научной специальности 1.4.4. Физическая химия (направленность (профиль) – Физическая химия) программа дисциплины «Ионометрический анализ» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 8 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально-психологического обучения в учебной и научной деятельности;
- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности аспиранта и достижения ряда важнейших образовательных целей: стимулирование мотивации и интереса в области Химической науки; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы; развитие навыков анализа, критичности мышления, научной коммуникации.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Ионометрический анализ»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Теория потенциометрического метода анализа с ионоселективными электродами	<b>знать:</b> теорию потенциометрии; <b>уметь:</b> применять в анализах ионоселективные электроды; <b>владеть:</b> методами потенциометрического анализа	Собеседование
2	Современное состояние и тенденции применения ионоселективных электродов	<b>знать:</b> объекты использования ионоселективных электродов; <b>уметь:</b> увидеть перспективу использования химических сенсоров; <b>владеть:</b> знаниями об областях использования ионоселективных электродов	Собеседование
3	Практика ионометрических методов анализа	<b>знать:</b> широту возможностей использования	Собеседование

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 9 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		ионоселективных электродов в различных областях техники, медицине; <b>уметь:</b> применять ионоселективные электроды при анализе биологических жидкостей; <b>владеть:</b> методами анализа крови с использованием ионоселективных электродов	
--	--	--	--

## 6. 2. Оценочные средства


*Текущий контроль* обучающихся осуществляется в форме подготовки, доклада и обсуждения реферата на выбранную тему.

Примерные темы рефератов:

1. Сенсоры для определения нитрат ионов.
2. Сенсоры для определения сульфат ионов.
3. Сенсоры для определения общего железа.
4. Сенсоры для определения натрия.
5. Сенсоры для определения хрома.

Вопросы для подготовки к практическим занятиям

№ п/п	Вопрос
1	1.1. Определение понятия «электродный потенциал» как условного параметра электрода. 1.2. Проблема измерения активности индивидуального иона и внутермодинамические способы разделения ионных вкладов: метод Мак-Иннеса, рН-метод Бейтса на примере создания практической шкалы рН, метод Дебая – Хюккеля.
2	2.1. Электроды с пластифицированными мембранами на основе полимерных матриц.


 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 10 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

	2.2. Газочувствительные электроды, энзимные электроды, электроды на основе нейтральных переносчиков. 2.3. Полифункциональные сенсорные устройства – «электронный нос», «электронный язык».
3	3.1. Применение электронных таблиц Excel для облегчения сложных расчетов и их автоматизации.

### *Промежуточная аттестация*

#### *Вопросы к дифференцированному зачету*

№ п/п	Вопрос
1	1.1. Устройство электрохимических ячеек с металлическими и мембранными электродами. 1.2. Гальванические цепи с переносом и без переноса зарядов. 1.3. Уравнение Нернста для равновесного потенциала электродной реакции.
2	2.1. Индикаторные электроды с твердыми гомогенными и гетерогенными мембранами на основе галогенидов серебра, LaF <sub>3</sub> -электрод. 2.2. Электроды третьего рода на основе Ag <sub>2</sub> S-матрицы, стеклянные электроды на основе силикатных и алюмосиликатных стекол, халькогенидные стеклянные электроды.
3	3.1. Потенциометрическое титрование: метод максимальной крутизны кривой титрования, диаграммы Грана, метод выпрямления (линеаризации) кривой титрования. 3.2. Обработка результатов и получения метрологических характеристик методики анализа при ее аттестации.
4	4.1. Стеклянный электрод. Теоретические основы образования потенциала стеклянного электрода. Граничный потенциал. Потенциал ассиметрии. 4.2. Обменные равновесия. Кислотные и щелочные ошибки некоторых стеклянных электродов. 4.3. Коэффициенты потенциометрической селективности и методы их экспериментального определения. 4.4. Твердые, жидкие мембранные ионселективные электроды. Уравнения Эйзенмана для жидких мембран с образованием нейтральных и заряженных комплексов. 4.5. Ферментные электроды. 4.6. Газочувствительные электроды. Вывод уравнений расчета концентраций газов в растворах при использовании газочувствительных электродов.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


	<p>4.7. Прямые потенциметрические измерения. Потенциал жидкостного соединения. Метод калибровки электрода.</p> <p>10. Потенциометрическое титрование. Определение конечной точки титрования. метод максимальной крутизны кривой титрования, диаграммы Грана, метод выпрямления (линеаризации) кривой титрования.</p> <p>4.8. Осадительное, комплексометрическое, кислотно-основное, дифференциальное и автоматическое титрование.</p> <p>4.9. Устройство электрохимических ячеек с металлическими и мембранными электродами.</p> <p>4.10. Гальванические цепи с переносом и без переноса зарядов.</p> <p>4.11. Уравнение Нернста для равновесного потенциала электродной реакции.</p> <p>4.12. Определение понятия «электродный потенциал» как условного параметра электрода.</p> <p>4.13 Проблема измерения активности индивидуального иона и внутермодинамические способы разделения ионных вкладов: метод Мак-Иннеса, рН-метод Бейтса на примере создания практической шкалы рН, метод Дебая – Хьюккеля.</p> <p>4.14. Обработка результатов и получения метрологических характеристик методики анализа при ее аттестации.</p> <p>4.15. Применение электронных таблиц Excel для облегчения сложных расчетов и их автоматизации.</p>
--	---

**Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья** выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене/зачете.

### **6.3. Критерии оценивания результатов обучения**

Оценивание результатов обучения проводится по пятибалльной шкале:  
**«Отлично» (5 баллов)** – систематизированные, глубокие и полные знания по вопросам программы; точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; полное и глубокое усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины, свободное владение информацией из источников дополнительной литературы; умение ориентироваться в теориях, концепциях и

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин.

**«Хорошо» (4 балла)** – достаточно полные систематизированные знания; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях и давать им критическую оценку; использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы; усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины.

**«Удовлетворительно» (3 балла)** – достаточный минимальный объем знаний; усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях и давать им оценку; использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок.

**«Неудовлетворительно» (1-2 балла)** – фрагментарные знания; отказ от ответа; знание отдельных рекомендованных источников; неумение использовать научную терминологию; наличие грубых ошибок.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства.


Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме на языке Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);


в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

**Самостоятельная работа** аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приемами процесса познания и развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов.


Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся.

### Основная литература

1. Электрохимические методы анализа [Электронный ресурс] : руководство к лабораторному практикуму / Л. К. Неудачина, Ю. С. Петрова, Н. В. Лакиза, Е. Л. Лебедева. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 136 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275801> (23.12.2016).
2. Байулеску, Г. Применение ион-селективных мембранных электродов в органическом анализе [Текст] / пер. с англ. — Москва : мир, 1980. — 230 с.
3. Будников, Г. К Основы современного электрохимического анализа [Текст] / Г. К. Будников, В. Н. Майстренко, М. Р. Вяселев. – Москва : Мир, 2003 - 593 с.
3. Ионометрия в неорганическом анализе [Текст] /Л. А. Демина, Н. Б. Краснова, Б. С. Юрищева, М. С. Чупахин. – Москва : Химия, 1991. - 267 с.
4. Голованов, В. И. Лабораторные работы по ионометрии [Текст] / В.И. Голованов. - Челябинск : Изд-во ЧелГУ, 2002. - 60 с.
5. Колесников А.В., Кузнецова О.Ю. Лабораторные работы по ионометрии [Текст] /А.В. Колесников, О.Ю. Кузнецова. - Челябинск : Изд-во ЧелГУ, 2017. - 60 с.

### Дополнительная литература

1. Каттралл, Р. Химические сенсоры [Текст] / Р Каттралл; пер. с англ. О. О. Максименко; под ред. О. М. Петрухина. – Москва : Научный мир, 2002. - 144 с.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. Корыта, И. Ионы. Электроды. Мембраны [Текст ] / И. М. Корыта. – Москва : Мир, 1983. - 264 с.

3. Морф В. Принципы работы ионселективных электродов и мембранный транспорт [Текст ] / В. Морф. – Москва : Мир, 1985. - 280 с.

### Интернет-ресурсы по дисциплине

1. [http://oxyhydrate-gel.ru/index\\_ru.html](http://oxyhydrate-gel.ru/index_ru.html);
2. <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid.html>.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.


Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

### Электронные фонды и ресурсы

Средством доступа к системе собственных электронных ресурсов является сайт библиотеки [www.lib.csu.ru](http://www.lib.csu.ru). Электронный каталог обеспечивает полное и оперативное представление о библиотечном фонде, повышает качество и эффективность поиска информации – более 1,5 млн. записей.

1. Электронный каталог. Библиографические базы данных. Книги, электронные ресурсы, диссертации и авторефераты.
2. Электронная библиотека.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Издания ЧелГУ, УМК; диссертации, защищенные в советах ЧелГУ, резервные коллекции, фонд редких книг, электронный справочник «Информио», статистические издания России и стран СНГ.

### 3. Реферативные

Базы данных ИНИОН РАН, базы данных ВИНТИ, Scopus (<http://www.scopus.com>), Science (архив).

### 4. Полнотекстовые

Базы данных диссертаций РГБ, АРБИКОН, SIGLA, научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>, подписка на полнотекстовую коллекцию российских научных журналов (2011-2015, 148 наименований), издательств: Taylor&Francis, Sage Publications (архив научных журналов); Springer, American Physical Society (<http://www.journals.aps.org/about>), American Mathematical Society (<http://www.ams.org/mathscinet>), Wiley (<http://onlinelibrary.wiley.com>).

### 5. Электронно-библиотечные системы с возможностью

пользования лицензионными материалами из любой точки, имеющей доступ к сети Интернет (регистрация из сети университета персонального аккаунта): Университетская библиотека онлайн ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)), Лань ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)).

## Лицензионное программное обеспечение по дисциплине (модулю)


MS Office365
LMS Moodle

## 8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине «Ионометрический анализ», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, а также эффективное выполнение выпускной квалификационной работы (диссертации):

лекционные (поточные и групповые) аудитории;

лаборатории по неорганической, аналитической, органической, физической химии, высокомолекулярным соединениям и химической технологии;

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 17 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

аудитории для семинарских занятий;  
 лаборатории для проведения научно-исследовательской работы.  
 Имеющаяся материальная база обеспечивает:  
 проведение лекций с использованием аппаратуры для демонстрации иллюстративного материала;

выполнение научно-исследовательских работ. Лаборатории обеспечены необходимыми химическими реактивами, лабораторной посудой и научным оборудованием в соответствии с программой НИР;

проведение семинарских занятий в компьютерных классах, которые позволяют проводить вычисления и использовать информационные системы.


Для обработки результатов измерений и их графического представления, расширения коммуникационных возможностей при использовании электронных изданий во время самостоятельной подготовки каждый обучающийся имеет возможность работать в компьютерном классе химического факультета с соответствующим программным обеспечением и выхода в Интернет.

При выполнении обучающимися исследований и выпускной квалификационной работы им предоставлена возможность использования научного оборудования Центра коллективного пользования ЧелГУ, в котором имеется сложное научное оборудование (ядерный-магниторезонансный спектрометр, инфракрасный и ультрафиолетовый спектрофотометр, рентгеновский дифрактометр, газовый хроматограф, электронный микроскоп, прибор термического анализа, импедансметр и др.).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения по данной специальности. Программное обеспечение всех видов занятий и НИР аспирантов. Поддерживается собственный сайт: <http://csu.ru>.

Для получения высшего образования по программам аспирантуры инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья в университете имеются аудитории, оснащенные следующим оборудованием:

Название кабинета	Оборудование
Тифлотехническая аудитория, кабинет А-28 первого учебного корпуса	Тифлотехнические средства: брайлевский компьютер с дисплеем и принтером, тифлокомплекс «Читающая машина», телевизионное увеличивающее устройство, тифломагнитолы кассетные (3 шт.) и цифровые диктофоны (6 шт.). Специальное программное обеспечение: программа речевой навигации JAWS, речевые синтезаторы («говорящая мышь»), экранные лупы.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 18 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Сурдотехническая аудитория, кабинет А-27 первого учебного корпуса	Радиокласс “Сонет-Р” (на 6 человек), программируемые слуховые аппараты (6 шт.) индивидуального пользования с устройством задания режима работы на компьютере, аудиотехника.
Аудитория адаптивных информационных технологий, кабинет А-27 первого учебного корпуса	Компьютерный класс на 12 мест, интерактивная доска ActiveBoard с системой голосования, акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор, телевизор, видеомагнитофон, устройство видеоконференцсвязи VCON HD3000.

Все указанное в программе методическое и техническое обеспечение учебного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется Региональным учебно-научным центром инклюзивного образования ЧелГУ.


## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Основными видами самостоятельной работы аспирантов являются: работа с бумажными источниками информации (конспектом, книгой, методическими указаниями), работа с источниками сети Интернет.

Изучать курс рекомендуется по темам в соответствии с программой (расположение материала в программе курса не всегда совпадает с расположением его в том или ином учебнике, но соответствует тематике лекционных занятий) постепенно, в течение семестра. Не следует переходить к изучению последующей темы, пока материал предыдущей темы не усвоен.

При изучении материала по конспектам следует обращать внимание на приводимые на занятиях ссылки сети Интернет. Аспиранту следует больше “экспериментировать” с ними, изучать справочную систему, различные возможности и сервисы соответствующих сайтов. Особое внимание необходимо уделять англоязычным ресурсам, поскольку подавляющее большинство научной информации публикуется на английском языке. При знакомстве с подобными ресурсами не следует “бояться” английского языка, при наличии затруднений желательно пользоваться онлайн переводчиками и/или словарями.

Перед осуществлением любого поиска информации следует тщательно продумывать стратегию: внимательно подходить к выбору ключевых слов,

 <b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Химический факультет</b> <b>Кафедра аналитической и физической химии</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) – 2.1.2.2. «Ионометрический анализ» Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Направленность (профиль) – Физическая химия			
Версия документа - 1	Стр. 19 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

заранее продумывать их логические комбинации, знакомиться со справочной системой того или иного инструмента поиска и т.д. В процессе поиска необходимо обращать внимание на релевантность выдаваемых в процессе поиска документов. При поиске информации в реферативных базах данных желательно запоминать/записывать фамилии авторов работающих по интересующей аспиранта тематике и осуществлять поиск других работ данных авторов. После каждого поиска необходимо детально фиксировать информацию о найденных документах (указывать, когда искали, где искали, какие ключевые слова использовали и т.д.).

В освоении дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.