

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Химический факультет*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕТОД КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Кафедра аналитической и фармацевтической химии  
Химического факультета

Образовательная программа специалитета  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) программы:  
Аналитическая химия

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: *дисциплина по выбору*

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины «Метод капиллярного электрофореза» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия от «13» июля 2017г. № 622.

Разработчик(и): кафедра аналитической и фармацевтической химии,  
Абдуллаев М.Ш., к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии от «25» февраля  
2022г., протокол № 6.

Зав. кафедрой



Рамазанов А.Ш.

на заседании Методической комиссии химического факультета от «18» марта  
2022г., протокол № 7.

Председатель



Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением  
«31» марта 2022 г.

/ Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Метод капиллярного электрофореза» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору ОПОП по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с созданием представления о современном состоянии и перспективах развития электрохимических методов анализа и их практическом применении в анализе. Обращено внимание на многообразие разновидностей электрохимических методов, используемых для достижения поставленных целей при анализе тяжелых металлов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - ОПК – 6; профессиональных –ПК-1, ПК-2, ПК – 3, ПК-4, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, тестирования, решения расчетных задач, отчеты по лабораторным работам и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3зачетные единицы, в том числе 108 академических часа по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:							
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе зачет, дифференцированный зачет, экзамен	
		всего	из них					
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	...	..		
8	108	58	20	38			50	зачет

#### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Метод капиллярного электрофореза» является формирование и развитию у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ дисциплины осуществлять профессиональную деятельность в области анализа природных и пищевых объектов современными физико-химическими методами.

Основными задачами дисциплины «Метод капиллярного электрофореза» являются:

1. Создание чёткого представления о современном состоянии и путях развития нового современного физико-химического метода анализа;
2. Получение углубленных знаний по методу капиллярного электрофореза;
3. Освоение современного аппаратного оформления метода капиллярного электрофореза;
4. Овладение студентами теории и практики пробоотбора и пробоподготовки;
5. Приобретение студентами навыков статистической обработки результатов анализа.

#### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета

Дисциплина «Метод капиллярного электрофореза» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений и является дисциплиной по выбору ОПОП по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Изучение теории и практики капиллярного электрофореза начинается после прохождения студентами материала курсов «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия». Обработка результатов анализа основана на материале курса «Информатика».

#### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1 Грамотно составляет отчет о проделанной работе в письменной форме	<b>Знает:</b> требования к рабочему журналу химика; правила составления протоколов отчетов химических опытов; требования к представлению результатов исследований в виде курсовых и квалификационных работ. <b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии; представить результаты химических исследований в соответствии с требованиями к квалификационным работам. <b>Владеет:</b> опытом представления результатов экспериментальных и расчетно-теоретических	Устный опрос, письменный опрос, тестирование

		работ в виде протоколов испытаний, отчетов, курсовых и квалификационных работ	
	<b>ОПК-6.2.</b> Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке	<b>Знает:</b> требования к тезисам и научным статьям химического профиля; <b>Умеет:</b> составить тезисы доклада и отдельные разделы статьи на русском и английском языке <b>Владеет:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде	
	<b>ОПК-6.3</b> Представляет результаты работы в устной форме на русском и английском языке	<b>Знает:</b> грамматику, орфографию и орфоэпию русского и английского языка. <b>Умеет:</b> представить результаты исследований в виде постера; формулировать вопросы к членам профессионального сообщества и отвечать на вопросы по теме проведенного исследования; грамотно и логично изложить результаты проделанной работы в устной форме на русском и английском языке. <b>Владеет:</b> свободно русским и английским языком.	
<b>ПК-1.</b> Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	<b>ПК-1.1.</b> Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных	<b>Знает:</b> Знает перечень открытых источников информации и специализированных баз данных в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> Пользоваться электронными ресурсами и базами данных, а так же периодическими изданиями в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками сбора информации по тематике научного проекта в области аналитической химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных, в том числе Scopus и Web of Science.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>ПК-1.2.</b> Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии	<b>Знает:</b> знает методы систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> систематизировать и классифицировать литературные данные по тематике исследования в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области аналитической химии.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
<b>ПК-2.</b> Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>ПК-2.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.	<b>Знает:</b> методы составления планов отдельных стадий и общего плана исследования в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> составлять планы отдельных стадий и общий плана исследования в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками составляет общего плана исследования в области аналитической химии и детальных планов отдельных стадий.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>ПК-2.2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	<b>Знает:</b> экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области аналитической химии исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. <b>Владеет:</b> навыками выбира экспериментальных и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя в области аналитической химии из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>ПК-2.3.</b> Планирование и проведение научно-	<b>Знает:</b> методы нормативные документы по системам стандартизации, разработки и постанов-	Устный опрос, письменный

	исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	ки продукции на производство. <b>Умеет:</b> планировать и проводить научно-исследовательские работы по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. <b>Владеет:</b> навыками планирования и проведения научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	опрос, тестирование
<b>ПК-3.</b> Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические работы по заданной теме в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>ПК-3.1.</b> Проводит экспериментальные исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> методы проведения экспериментальных исследований по заданной теме в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> проводить экспериментальные исследования по заданной теме в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками проведения экспериментальных исследований под руководством руководителя по заданной теме в области аналитической химии.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>ПК-3.2.</b> Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> методы расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> необходимыми навыками качественного проведения расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области аналитической химии.	
	<b>ПК-3.3.</b> Управляет высокотехнологичным химическим оборудованием	<b>Знает:</b> технические характеристики высокотехнологического аналитического оборудования. <b>Умеет:</b> управлять высокотехнологичным аналитическим оборудованием. <b>Владеет:</b> навыками управления и обслуживания высокотехнологичного аналитического оборудования.	
	<b>ПК-3.4.</b> Проводит испытания новых образцов продукции	<b>Знает:</b> методы проведения анализа новых образцов продукции. <b>Умеет:</b> проводить анализ новых образцов продукции. <b>Владеет:</b> навыками качественного и количественного анализа образцов новых реальных объектов.	
	<b>ПК-3.5.</b> Разрабатывает новые методики контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции	<b>Знает:</b> методологию разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. <b>Умеет:</b> проверять правильность новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. <b>Владеет:</b> навыками разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции и проверки их правильности.	
<b>ПК-4.</b> Способен обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов.	<b>ПК-4.1.</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации.	<b>Знает:</b> современные методы анализа информации. <b>Умеет:</b> применять современные методы анализа информации для обработки полученных данных. <b>Владеет:</b> навыками обработки полученных результатов анализа реальных объектов с использованием современных методов анализа информации.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>ПК-4.2.</b> Грамотно интерпретирует результаты исследований в выбранной области хи-	<b>Знает:</b> методы интерпретации результатов исследований в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> грамотно интерпретировать результаты исследований в области аналитической химии.	

	мии.	<b>Владеет:</b> навыками интерпретации и наглядного представления результатов исследований в области аналитической химии.	
	<b>ПК-4.3.</b> Анализирует результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам).	<b>Знает:</b> стандарты и технологические регламенты сырья, прекурсоров, готовой продукции. <b>Умеет:</b> анализировать результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции. <b>Владеет:</b> навыками статистической обработки результатов испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценки степени их соответствия стандартам и технологическим регламентам.	
<b>ПК-5.</b> Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>ПК-5.1.</b> Критически анализирует полученные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки	<b>Знает:</b> методы критического анализа полученных результатов исследований в области аналитической химии, способы выявления достоинств и недостатков. <b>Умеет:</b> критически анализировать полученные результаты анализа реальных объектов и научных исследований в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками критического анализа полученных результатов анализа реальных объектов и научных исследований в области аналитической химии.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>ПК-5.2.</b> Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии	<b>Знает:</b> методологию подготовки отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии. <b>Умеет:</b> готовить отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками подготовки отдельных разделов отчетов по результатам НИР и НИОКР в области аналитической химии.	
	<b>ПК-5.3.</b> Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.	<b>Знает:</b> способы подготовки рекомендаций по продолжению исследования в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> формулировать рекомендации по продолжению исследования в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками формулировки рекомендаций по продолжению исследования в области аналитической химии.	
	<b>ПК-5.4.</b> Анализирует полученные результаты и формулирует предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	<b>Знает:</b> методы анализа полученных результатов и оптимизации отдельных стадий технологического процесса. <b>Умеет:</b> анализировать полученные результаты и формулировать предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса. <b>Владеет:</b> навыками анализа полученных результатов и разработки предложений по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.	
	<b>ПК-5.5.</b> Разрабатывает техническую документацию и регламенты	<b>Знает:</b> виды технической документации и регламентов в области аналитической химии. <b>Умеет:</b> разрабатывать техническую документацию и регламенты в области аналитической химии. <b>Владеет:</b> навыками и практическим опытом разработки технической документации и регламентов в области аналитической химии.	

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				Самостоятельная работа в т.ч. зачет, экзамен	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...		
Модуль 1. Теоретические основы капиллярного электрофореза								
1	Общая характеристика электрофоретических методов	8	2		4		5	Устный опрос. Тестирование.
2	Метод капиллярного электрофореза	8	2		4		5	Отчет по лабораторным работам.
3	Состав буферного раствора и его роль в методе капиллярного электрофореза.	8	2		6		6	Отчет по лабораторным работам.
	<i>Итого по модулю 1:</i>	8	6		14		16	Рубежная контрольная работа
Модуль 2. Основы капиллярного электрофореза								
4	Капилляры для метода капиллярного электрофореза	8	2		3		6	Тестирование. Отчет по лабораторным работам.
5	Система ввода проб в капилляр.	8	2		3		7	Отчет по лабораторным работам.
6	Источник высокого напряжения. Система защиты от высокого напряжения.	8	2		4		7	Тестирование. Отчет по лабораторным работам.
	<i>Итого по модулю 2:</i>	8	6		10		20	Коллоквиум.
Модуль 3. Вспомогательные системы капиллярного электрофореза								
7	Система детектирования анализатора.	8	3		5		5	Тестирование. Отчет по лабораторным работам.
8	Система охлаждения капилляра.	8	3		5		5	Тестирование. Отчет по лабораторным работам.
9	Система термостатирования.	8	2		4		4	Тестирование. Отчет по лабораторным работам.
	<i>Итого по модулю 3:</i>	8	8		14		14	Коллоквиум. Зачет
	<b>ИТОГО:108</b>	8	20		38		50	Зачет.

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

**Модуль 1.** Теоретические основы капиллярного электрофореза

1. Общая характеристика электрофоретических методов

Электрофоретические методы основаны на разделении анализируемых веществ в трубке под действием постоянного электрического поля.

2. Метод капиллярного электрофореза

Метод капиллярного электрофореза (КЭФ) основан на разделении заряженных компонентов сложной смеси в кварцевом капилляре под действием приложенного электрического поля за счёт подачи высокого напряжения к концам капилляра.

3. Состав буферного раствора и его роль в методе капиллярного электрофореза. Система детектирования.

Буферный раствор должен иметь определенный состав и проводить электрический ток. В качестве детектора используют специальный спектрофотометрический детектор

**Модуль 2.** Основы капиллярного электрофореза

4. Капилляры для метода капиллярного электрофореза

В КЭ обычно применяются кварцевые капилляры диаметром от 50 мкм до 100 мкм. В принципе возможно также при-

менение стеклянных и пластиковых капилляров, которые, однако, не обладают достаточной проницаемостью в коротковолновой УФ-области.

#### 5. Система ввода проб в капилляр.

В основном используют систему ввода пробы под давлением. Ртутную (185нм и 254нм) или цинковую (214нм) лампы удается использовать только в одноволновых детекторах. Количество света, производимого этими лампами, может быть примерно в 50 раз больше, чем в случае употребляемых обычно дейтериевых ламп, так как в данном случае не возникают потери, связанные с дифракцией на решетке.

#### 6. Источник высокого напряжения. Система защиты от высокого напряжения.

Напряжение должно регулироваться в области от -30 кВ до +30 кВ и при заданном значении по возможности оставаться постоянным. Максимально допустимый ток составляет 250 мкА, применение существенно больших значений на практике нецелесообразно. Кроме того, оказалось выгодным, если или напряжение, или ток могли бы поддерживаться постоянными независимо друг от друга.

В коммерческих приборах источник высокого напряжения автоматически отключается при открывании емкости, в которой происходит анализ, так что несчастные случаи исключаются. В приборах собственной конструкции, а также в коммерческих модульных приборах КЭ также обязательны меры предосторожности

### Модуль 3. Вспомогательные системы капиллярного электрофореза

#### 7. Система детектирования анализатора.

Системе детектирования анализаторов состоит из фотоэлемента. Для увеличения чувствительности анализаторов используют систему зеркального многократного отражения света через капилляр.

#### 8. Система охлаждения капилляра.

В анализаторах используется система водяного охлаждения, но некоторые производители используют систему воздушного охлаждения. Система водяного охлаждения работает более эффективно и чаще используется в анализаторах.

#### 9. Система термостатирования.

Система термостатирования анализаторов работает после задания в программе, рабочей температуры проведения анализа.

#### 4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

№ п/п	Лабораторная работа	Цель и содержание лабораторной работы
1	Модуль 1. Приготовление растворов. Калибровка анализатора «Капель 103»	Освоить методику приготовления буферных растворов и подготовка капилляра к работе.
2	Модуль 1 Определение анионов в водах	Ознакомление с методикой определения анионов в водах.
3	Модуль 2. Определение катионов в водах	Ознакомление с методикой определения катионов в водах.
4	Модуль 2. Определение органических кислот в растворах	Ознакомление с методикой определения органических кислот в водах.
5	Модуль 3. Определение пищевых красителей в пищевых продуктах	Ознакомление с методикой определения пищевых красителей в пищевых продуктах.
6	Модуль 3. Определение содержания аминокислот в различных объектах	Ознакомление с методикой определения аминокислот в различных объектах

### 5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- ✓ Выполнение лабораторных работ с элементами исследования.
- ✓ Отчетные занятия по разделам «капиллярного электрофореза».
- ✓ Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу реального объекта с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 54 часа аудиторных занятий. Занятия лекционного типа (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция консультация, проблемная лекция) составляет 44% аудиторных занятий.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-метод. Обеспечение
1	Подготовка к сдаче лабораторных работ.	Проверка конспекта лабораторной работы, алгоритм выполнения, оформление, построение графиков, расчет.	См. Разделы 4.3, 7.2, 8 и 9 данного документа.
2	Подготовка к текущим контрольным работам	Решение задач и проработка алгоритма решения задач.	См. Разделы 4.3, 7.2, 8 и 9 данного документа.

3	Подготовка к коллоквиумам.	Составление конспектов по вопросам коллоквиума.	См. Разделы 4.3, 7.2, 8 и 9 данного документа.
4	Подготовка к тестированию.	Промежуточная аттестация в форме тестов.	См. Разделы 4.3, 7.2, 8 и 9 данного документа.
5	Подготовка к зачету.	Итоговая аттестация в форме зачета.	См. Разделы 4.3, 7.2, 8 и 9 данного документа.

### Формы контроля

*Текущий контроль* – систематическая проверка знаний теоретических основ метода. Умение выполнять все процессы, расчеты, предусматриваемые методиками лабораторных работ. Умение грамотно оформлять, результаты экспериментальной части графически и в виде таблиц, учет активности студента на лекциях и при выполнении, оформлении и сдаче лабораторных работ. Метрологическая оценка полученных результатов (точность, правильность).

*Промежуточный контроль* – контрольные работы (15 – 30 мин) тестирование по блокам. Защита рефератов, докладов, коллоквиум по разделам, составляющих содержание модуля.

*Итоговый контроль* – зачет.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Типовые контрольные задания

#### Примерная тематика рефератов

1. Определение катионов в растворе методом капиллярного электрофореза.
2. Определение анионов в растворе методом капиллярного электрофореза.
3. Определение органических кислот в растворах методом капиллярного электрофореза.
4. Определение аминокислот в плодах и ягодах растений методом капиллярного электрофореза.

#### Вопросы по текущему контролю

##### Капиллярный электрофорез

1. Классификация методов капиллярного электрофореза.
2. Капилляры, применяемые в методе капиллярного электрофореза.
3. Система охлаждения капилляра в методе капиллярного электрофореза.
4. Системы ввода проб в методе капиллярного электрофореза.
5. Детекторы используемые в методе капиллярного электрофореза.
6. Принцип разделения анализируемых веществ в методе капиллярного электрофореза.

#### Тестовые задания

##### Капиллярный электрофорез

1. На чем основан метод капиллярного электрофореза?
  - 1) На различной электропроводности исследуемых веществ
  - 2) На различной скорости прохождения определяемых веществ по капилляру
  - 3) На магнитных свойствах определяемых веществ
  - 4) На выделении определяемых веществ на катоде
2. Какую роль играет капилляр в методе капиллярного электрофореза?
  - 1) разделение анализируемых веществ происходит в капилляре
  - 2) в капилляре происходит комплексообразование анализируемых веществ
  - 3) капилляр охлаждает анализируемый раствор
  - 4) в капилляре происходит разогревание анализируемого раствора
3. В каком количестве вводят пробу в капилляр?
  - 1) 1-5мкл
  - 2) 1-20 нл
  - 3) 1мл
  - 4) 50мкл
4. Какой потенциал налагают на капилляр при анализе?
  - 1)  $\pm 30\text{кВ}$
  - 2)  $+ 200\text{В}$
  - 3)  $-0,8\text{кВ}$
  - 4)  $+0,5\text{В}$
5. Для увеличения электроосмотического потока, необходимо.
  - 1) увеличить концентрацию буфера
  - 2) уменьшить концентрацию буфера
  - 3) уменьшить длину капилляра
  - 4) увеличить длину капилляра
6. Каким образом налагают потенциал на капилляр?
  - 1) с помощью угольных электродов
  - 2) с помощью электродов из нержавеющей стали
  - 3) с помощью платиновых электродов
  - 4) вообще не налагают
7. Какую роль играет буферный раствор в капиллярном электрофорезе?
  - 1) создает электрофоретический поток
  - 2) регулирует электропроводность капилляра

- 3) стабилизирует температуру капилляра  
 4) увеличивает оптическую плотность анализируемого компонента
8. Какова продолжительность анализа при капиллярном электрофорезе?  
 1) 30-40 мин      2) 1-2 минуты      3) 10 сек      4) 5-15 минут
9. Что необходимо делать после каждого анализа на «Капели»?  
 1) промывать капилляр дистиллированной водой  
 2) промывать капилляр щелочным раствором  
 3) промывать капилляр кислотным раствором  
 4) промывать капилляр буферным раствором
10. В чем заключается подготовка сухого капилляра к работе?  
 1) промывке водой, кислотой, водой, щелочью, водой, буферным раствором  
 2) промывке водой и кислотой  
 3) промывке водой и щелочью  
 4) промывке водой и буферным раствором
11. Число теоретических тарелок капилляра возрастает  
 1) с увеличением напряжения на капилляре  
 2) с уменьшением напряжения на капилляре  
 3) с увеличением напряжения и уменьшением коэффициента диффузии  
 4) с уменьшением напряжения и увеличением коэффициента диффузии
12. Мощность проходящего через электролит тока зависит:  
 1) от радиуса капилляра  
 2) от pH буферного раствора  
 3) от длины капилляра  
 4) от толщины стенок капилляра
13. От каких факторов зависит симметричность пиков на фореограмме?  
 1) если электропроводность в зоне пробы и в буфере одинаковы  
 2) если электропроводность в зоне пробы больше чем в буфере  
 3) если электропроводность в зоне пробы меньше чем в буфере  
 4) если электропроводность в зоне пробы очень маленькая
14. Для предотвращения перегрузки капилляра необходимо, от его объема вводить пробу  
 1) 15-20%  
 2) 1-2%  
 3) 0,01-0,05%  
 4) 30%
15. Какие детектора используют для капиллярного электрофореза?  
 1) спектрофотометрический      2) флуоресцентный  
 3) масс-спектрометрический      4) все перечисленные детектора
16. Из какого материала изготавливают капилляры для капиллярного электрофореза?  
 1) из нержавеющей стали  
 2) из кварца  
 3) из полиэтилена высокого давления  
 4) из каучука
17. Как охлаждают капилляр в методе капиллярного электрофореза?  
 1) воздухом      2) водой  
 3) бензолом      4) спиртом
18. Скорость электрофоретического перемещения зависит от:  
 1) приложенного напряжения      2) длины капилляра  
 3) диаметра капилляра      4) температуры буферного раствора
19. До начала анализа, после ввода пробы в капилляр его концы погружают в вialsы с:  
 1) дистиллированной водой  
 2) пробой  
 3) буферным раствором  
 4) серной кислотой
20. Для определения содержания макрокомпонентов методом капиллярного электрофореза необходимо:  
 1) подобрать капилляр меньшего диаметра  
 2) сильнее разбавить буферный раствор  
 3) разбавить пробу  
 4) анализ проводить при низком потенциале

## **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10баллов,

- выполнение лабораторных заданий - 30баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 15баллов.
- тестирование - 7баллов.
- письменная контрольная работа - 8 баллов,

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- зачет – 30 баллов.

#### **Критерии оценивания по зачету**

Ответ оценивается **«зачтено»**, если студент:

полно раскрыл содержание материала в области, предусмотренной программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию; показал умения иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами из практики; продемонстрировал усвоение изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость знаний; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов; возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Ответ оценивается **«не зачтено»** в следующих случаях:

не раскрыто основное содержание учебного методического материала; обнаружено незнание и непонимание студентом большей или наиболее важной части дисциплины; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; допускает ошибки в освещении основополагающих вопросов дисциплины.

#### **Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля успеваемости – контрольной работы:**

*оценка «отлично»:* глубокие исчерпывающие знания материала, логически последовательные, полные, правдивые и конкретные ответы на вопросы билета; использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

*оценка «хорошо»:* твёрдые и достаточно полные знания материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы, могут быть допущены несущественные недочеты в ответах и незначительные нарушения логики изложения материала;

*оценка «удовлетворительно»:* знание и понимание основных материала, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их последовательного и логического изложения, вызывает затруднение использование терминологии дисциплины;

*оценка «неудовлетворительно»:* непонимание сущности вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, отсутствие способности к письменному изложению материала.

#### **Критерии оценки коллоквиум:**

*оценка «отлично»:* ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности, демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение находить рациональные пути решения задач, устанавливать причинно- следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении при решении задачи, графических построениях нет ошибок, задача решена рациональным способом с корректным использованием необходимых физико-химических величин, получен верный ответ. Работа выполнена на 76-100%

*оценка «хорошо»:* дан полный, правильный ответ на основе изученных понятий, концепций, закономерностей, теорий, но допускаются несущественные ошибки в расчетах при решении задач. Работа выполнена на 66-75%.

*оценка «удовлетворительно»:* дан полный ответ, но при этом есть существенные ошибки указывающие на неумение использовать теоретические знания и умения при решении поставленных задач. Данные пробелы в знаниях не препятствуют дальнейшему обучению. Работа выполнена на 50-65%

*оценка «неудовлетворительно»:* ответ обнаруживает незнание основного (порогового) содержания учебного материала Работа выполнена менее 50%

#### **Критерии оценки устного опроса- критерии оценивания:**

*оценка «отлично»* - выставляется студенту, если студент дал подробные ответы на все заданные вопросы. При этом студент должен показать знания не только из основной литературы, но и знания из дополнительной литературы, сети Internet;

*оценка «хорошо»* - выставляется студенту, если студент дал полные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в одном вопросе;

*оценка «удовлетворительно»* - выставляется студенту, если студент дал обобщенные ответы на все вопросы, показав знания из основной литературы. При этом студент допустил незначительные ошибки в нескольких вопросах;

*оценка «неудовлетворительно»* - выставляется студенту, если студент не дал базовые ответы на все вопросы, не продемонстрировал логической связи между теоретическим и практическим материалом. Не показал знания из основной литературы. Студент допустил значительные ошибки в вопросах.

#### **Критерии оценки тестирования:**

- оценка «отлично» - выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 86 – 100% тестовых заданий;

- оценка «хорошо» - выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 66 – 85% тестовых заданий;

- оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на 51 – 65% тестовых заданий;

- оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, если студент дал правильные ответы на менее 51% тестовых заданий.

#### **Критерии оценки по лабораторным работам:**

- оценка «отлично» (86 – 100% баллов) выставляется студенту, если он полностью оформил лабораторный журнал по теме лабораторной работы, самостоятельно выполнил эксперимент, правильно рассчитал и оформил результаты работы, дал подробные ответы на все контрольные вопросы;
- оценка «хорошо» (66 – 85% баллов) выставляется студенту, если он полностью оформил лабораторный журнал по теме лабораторной работы, самостоятельно выполнил эксперимент, правильно рассчитал и оформил результаты работы, но допустил ошибки при ответе на все контрольные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» (51 – 65% баллов) выставляется студенту, если он полностью оформил лабораторный журнал по теме лабораторной работы, выполнил эксперимент с помощью лаборанта, правильно рассчитал и оформил результаты работы, но допустил ошибки при ответе на все контрольные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» (менее 51% баллов) выставляется студенту, если он не оформил лабораторный журнал по теме лабораторной работы и не выполнил эксперимент.

#### **Критерии оценки рефератов:**

- **86 – 100 баллов** - выставляется студенту, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

- **66 – 85 баллов** - выставляется студенту если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

- **51 – 65 баллов** - выставляется студенту, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

- **менее 51 балла** - тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

- **«зачтено»** выставляется студенту обнаружившему полное знание учебного материала, успешно выполняющему предусмотренные в программе задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующий систематический характер знаний по дисциплине и способный к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

- **«не зачтено»** выставляется студенту обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, ответы студента носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

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

а) адрес сайта курса

[https://www.lumex.ru/methods/kapillyarnyj\\_elektroforez.php](https://www.lumex.ru/methods/kapillyarnyj_elektroforez.php)

б) основная литература:

1. Бёккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза / Ю. Бёккер; пер. В.С. Курова. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2009. - 472 с. - (Мир химии). - ISBN 978-5-94836-212-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89008>
2. Кравцова, Л.А. Проблемы аналитической химии / Л.А. Кравцова. - Москва: Издательство Наука, 2014. - Т. 18. Капиллярный электрофорез. - 442 с. - ISBN 978-5-02-039087-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468707>

в) дополнительная литература:

1. Дж. Плэмбек Электрoхимические методы анализа. Основы теории и применение. М.: Мир, 1985.

### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. –Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 22.05.2018). – Яз. рус., англ.
2. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>,
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>
4. ЭБС book.ru[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: [www.book.ru/](http://www.book.ru/)
5. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html>

### **10. Методические указания, для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий: -рабочие тетради студентов; -наглядные пособия;

-гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины); -тезисы лекций, -раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы: -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;

-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;

-работа с нормативными документами и законодательной базой; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;

-выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);

-решение задач, упражнений;

-написание рефератов;

-работа с тестами и вопросами для самопроверки;

-выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;

-моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;

-обработка статистических данных, нормативных материалов;

-анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Программа для ЭВМ Microsoft, 3 years, Renewal. Производитель: Microsoft Corporation Товарный знак: Майкрософт Корпорейшн (Microsoft®) Страна происхождения: Ирландия.

2. ПО к Капель-105М

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждых двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по аналитической химии.

1. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.

2. Анализатор капиллярного электрофореза «Капель -103», «Капель-105»

3. Магнитные мешалки LS220.

4. Дистиллятор А-10.

5. Центрифуги.

6. Набор лабораторной посуды.

7. Необходимые реактивы.