

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент Мардашов Д.В.

Проректор по образовательной
деятельности Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
МАТЕРИАЛОВ, РЕАГЕНТОВ И УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль): Разработка нефтяных месторождений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Составитель: д.т.н. Литвинова Т.Е.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по *направлению подготовки* 21.04.01 «Нефтегазовое дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 97 от 09.02.2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по *направлению подготовки* 21.04.01 «Нефтегазовое дело» направленность (профиль) «Разработка нефтяных месторождений»

Составитель _____ д.т.н., профессор *Литвинова Т.Е.*

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *физической химии*
от 17.01.2023 г., протокол № 12.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор **О.В. Черемисина**

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - формирование углубленных знаний в области теории и практики физико-химического описания и моделирования технологических процессов, применяемых на различных стадиях обращения с пластовыми флюидами, приобретение навыка самостоятельного решения производственных задач, организации и планирования действий при модернизации существующих и/или разработке новых технологических процессов; детальное обучение методам исследования и решения профессиональных задач, связанных с выполнением инженерно-химических расчетов, анализа веществ, их смесей и химически соединений, процессами межфазного массообмена, применяемых в технологических процессах нефтегазового комплекса.

Основными задачами дисциплины являются

- изучение теоретических основ аналитической химии и основных методов инструментального анализа;
- овладение методами и методиками выполнения химического и инструментального анализа расчетов и интерпретации результатов аналитических работ, а также использованием полученных знаний при организационно-управленческой деятельности;
- формирование: представлений о способах установления качественного и количественного состава веществ и смесей акцентированием роли выполнения аналитических работ при выборе наиболее оптимального метода аналитического контроля технологического процесса в производстве органических веществ и переработке топлива;
- приобретение навыков обращения со специальной литературой, поиска сведений и данных в библиотечных и информационно-коммуникационных электронных ресурсах;
- развитие навыков практического применения полученных знаний; способностей для самостоятельной работы; мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области экологии и природопользования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем» относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений* основной профессиональной образовательной программы по 21.04.01 «Нефтегазовое дело» (уровень бакалавриата), направленность (профиль) подготовки «Разработка нефтяных месторождений». Дисциплину изучают в **1 семестре**.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем» являются Химия, Химия нефти и газа.

Дисциплина «Физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Методология проектирования в нефтегазовой отрасли и управление проектами (2,3 семестр), Технология и оценка повышения нефтеотдачи (3 семестр), Эксплуатация шельфовых месторождений нефти и газа (3 семестр).

Особенностью дисциплины является приобретение теоретических знаний, умений и навыков, связанных с современными методами и подходами физико-химического моделирования процессов и явлений, составляющих основу разработки новых и модернизации существующих технологий в нефтегазовом деле и решения задач междисциплинарного характера

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<i>УК-1</i>	<p>Знать: методы системного физико-химического исследования пластовых флюидов; физико-химический подход к описанию и процессов, протекающих на разных стадиях обращения с пластовыми флюидами, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>Уметь: применять методы теоретического и экспериментального исследования, понятия, законы и модели физико-химических систем, химической идентификации для решения профессиональных задач, в том числе с целью системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций, разработки стратегии действий и конкретных решения для ее реализации</p> <p>Владеть: - методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>
Способен планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы	ПКС-3	<p>Знает принципы и алгоритмы постановки и формулирования цели и задач научных исследований и разработок.</p> <p>Умеет формировать и применять методологию проведения различного типа исследований; использовать нормативную документацию в соответствующей области знаний.</p> <p>Владеет навыками проведения исследований и оценки их результатов, сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбора методик и средств решения поставленной задачи; планирования и проведения исследования технологических процессов при освоении месторождений.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 7 зачётных единиц, 252 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	68	68
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	148	148
Подготовка к практическим занятиям	48	48
Подготовка к лабораторным занятиям	100	100
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	36	36
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	252	252
зач. ед.	7	7

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1 «Введение. Отбор проб и пробоподготовка»	34	4	4	4	22
Раздел 2 «Методы разделения и концентрирования»	82	6	8	16	52
Раздел 3 «Электрохимические методы анализа»	36	4	2	6	24
Раздел 4 «Спектральные методы анализа»	64	3	3	8	50
Итого:	216	17	17	34	148
Подготовка к экзамену	36				
ВСЕГО	252				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение. Отбор проб и пробоподготовка	Цели и задачи дисциплины. Основные методы физико-химического анализа применительно к природным энергоносителям. Нормы, характеризующие качество продукции. Виды проб. Правила отбора проб. Проведение подготовки пробы к анализу	4
2	Методы разделения и концентрирования	Классификация методов. Применение экстракции, сорбции, ионного обмена к разделению сложных смесей. Хроматография. Применение весового метода для анализа природных энергоносителей	6
3	Электрохимические методы анализа	Кондуктометрический и потенциометрический анализ растворов. Применение потенциометрии для анализа проб легких нефтепродуктов.	4
4	Спектральные методы анализа	Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Спектры вторичной эмиссии. Люминесценция. Метод РСФА. Поглощение в УФ-ВС и ИК-области.	3
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Наименование практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Составление материального баланса	4
2.	Раздел 2	Кристаллизация и осаждение	2
3.	Раздел 2	Расчёт растворимости	2
4.	Раздел 2	Диаграммы Ж-Г	2
5.	Раздел 2	Диаграммы Ж-Ж	2
6.	Раздел 3	Диаграммы состояния водно-солевых систем	2
7.	Раздел 4	Метод градуировочного графика	2
8.	Раздел 4	Аналитическая длина волны	1
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Получение кривой разгонки	4
2.	Раздел 2	Кинетика молекулярной адсорбции	4
3.	Раздел 2	Поверхностное натяжение	4
4.	Раздел 2	Изотерма сорбции	4
5.	Раздел 2	Получение и анализ выходной кривой сорбции	4
6.	Раздел 3	Титрование смеси кислот (индикаторный метод)	2
7.	Раздел 3	Титрование смеси кислот (кондуктометрический метод)	2

8.	Раздел 3	Титрование смеси кислот (потенциометрический метод)	2
9.	Раздел 4	Определение размера частиц	2
10.	Раздел 4	Определение критической константы мицеллообразования	2
11.	Раздел 4	Определение порога коагуляции (фотометрия)	2
12.	Раздел 4	Фотометрическое определение железа	2
Итого:			34

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение

1. Классификация методов анализа.
2. Какие методы анализа относят к арбитражным?
3. Чувствительность и точность методов анализа.
4. Погрешности и ошибки при физико-химических исследованиях.
5. Основные методы физико-химического анализа применительно к природным энергоносителям.
6. Нормы, характеризующие качество продукции.
7. Каковы основные правила отбора генеральной пробы?
8. Какова минимальная масса лабораторной пробы?
9. Какие требования предъявляют к качеству лабораторной пробы?
10. Какие требования предъявляют к генеральной пробе?
11. Какие правила существуют для отбора генеральной пробы руды, транспортируемой железнодорожным составом?
12. Какая подготовка пробы требуется при анализе минерального сырья методом рентгенофлуоресцентного спектрального анализа?

Раздел 2. Методы разделения и концентрирования веществ

1. Что такое соосаждение?
2. Какие физико-химические процессы в растворе приводят к соосаждению?
3. Какие физико-химические методы используются для разделения ионов?
4. Какие законы и закономерности составляют теоретическую основу метода разгонки?
5. Какие теоретические представления составляют основу метода экстракционного разделения и концентрирования?
6. Какие теоретические представления составляют основу метода сорбционного разделения и концентрирования?
7. Какой тип экстрагента следует выбрать для извлечения растворенных в воде катионных поверхностно-активных веществ?
8. Какой тип экстрагента следует выбрать для извлечения и концентрирования солей тяжелых цветных металлов?
9. Способы установления фракционного состава вещества.
10. Анализ фазового состава вещества.
11. Анализ функциональных групп.
12. В чем состоит сущность весового метода анализа?
13. Какие разновидности весового анализа принято выделять? Область их применения.
14. Какие законы составляют основу количественного анализа?
15. Какие виды объемного анализа применяют?

Раздел 3. Электрохимические методы анализа

1. Что называют удельной электропроводностью и эквивалентной электропроводностью раствора?
2. Как влияет на электропроводность: а) природа электролита и растворителя; б) температура?
3. Как связаны удельная и эквивалентная электропроводности с подвижностью ионов в растворе?
4. Закон Кольрауша. Электропроводность бесконечно разбавленного раствора.

5. Какие требования предъявляются к реакциям, используемым в потенциометрическом титровании?

6. Принцип работы ионоселективных электродов. Основные виды конструкции ионоселективных электродов.

7. В чем сущность ионометрического анализа? Его преимущества и недостатки, область применения.

Раздел 4. Спектральные методы анализа

1. Что называется коэффициентом пропускания и оптической плотностью? В каких пределах изменяются эти величины?

2. Какими уравнениями выражается основной закон светопоглощения?

3. Действие каких факторов может привести к нарушению линейной зависимости оптической плотности от концентрации раствора?

4. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? Какие факторы влияют на его величину?

5. Что называется спектром поглощения, и в каких координатах можно его представить? Чем определяется число и положение полос в спектре поглощения?

6. Чем характеризуется высота максимума в спектре поглощения? Какие электронные переходы обуславливают большую высоту максимума в спектре поглощения: внутри атома или от атома к атому?

7. Какова природа светопоглощения в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном участках спектра?

8. Какие факторы необходимо учитывать при выборе рабочей длины волны, если спектр поглощения анализируемого вещества имеет несколько максимумов?

9. Какие факторы необходимо учитывать при выборе толщины светопоглощающего слоя?

10. В чем сущность метода градуировочного графика и каковы его особенности?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Для расчёта чего служит уравнение Нернста?

2. Какой физический смысл соответствует величине φ^0 в уравнении Нернста?

3. Какой параметр влияет на величину потенциал электрода второго рода?

4. Какую из перечисленных величин (потенциал ионизации; константу нестойкости комплексных соединений; коэффициент активности иона в растворе; концентрацию ионов натрия в растворе; рН) не определяют методом прямой потенциометрии?

5. Какой параметр влияет на величину потенциала ионоселективного электрода?

6. Чем определяется выбор индикаторного электрода при потенциометрическом титровании?

7. В каких координатах строят кривую потенциометрического титрования?

8. Какие из перечисленных реакций (образования малодиссоциированных соединений; образования малорастворимых соединений; образования газов; образования комплексных соединений; образования воды) не используют при проведении кондуктометрического титрования?

9. Какую величину называют электропроводность?

10. Какова размерность концентрации в уравнении молярной электропроводности?

11. Каков вид кривой кондуктометрического титрования слабой кислоты сильным основанием?

12. Каков вид кривой кондуктометрического титрования катионов металла трилоном Б?

13. Как называют зависимость светопоглощения от длины волны?

14. Какой закон является основой количественного фотометрического анализа?
15. При каких концентрациях раствора справедлив закон Бугера-Ламберта-Бера?
16. Как изменяется оптическая плотность при росте концентрации определяемого вещества?
17. Будет ли сохраняться линейная зависимость D от C , если при разбавлении раствора происходит гидролиз определяемого вещества?
18. Что является раствором сравнения при проведении фотометрического анализа с использованием окрашенных комплексов металлов?
19. В каких координатах можно построить градуировочный график фотометрического анализа?
20. Турбидиметрия основана на пропорциональности между какими величинами?
21. Что измеряют в турбидиметрическом анализе?
22. От какой из предложенных величин (коэффициент преломления частиц; коэффициент преломления среды; концентрация частиц; размер частиц; объем раствора) не зависит ослабление светового потока при турбидиметрическом анализе?
23. Что измеряют в люминесцентном анализе?
24. Какое явление называют люминесценция?
25. Что вызывает явление хемилюминесценции?
26. Что определяет энергетический выход вторичного излучения?
27. В каких координатах строят градуировочный график фотолюминесцентного анализа?
28. Что из перечисленного (электрическая дуга; пламя; искра; рентгеновское излучение; плазма) не является источником возбуждения спектра в атомно-эмиссионном анализе?
29. На какой зависимости основан количественный атомно-эмиссионный анализ?
30. Какому закону подчиняется атомное поглощение?
31. Каким из перечисленных факторов определяется величина атомного поглощения?
32. Какие требования к источникам света предъявляют в методе атомной абсорбции?
33. От каких факторов зависят параметры вторичного рентгеновского излучения?
34. Электроны с каким значением главного квантового числа выбивает из атома первичное рентгеновское излучение?
35. Что экспериментально определяют при качественном РФА?
36. Как изменяется интенсивность рентгенофлуоресцентного излучения с увеличением толщины пробы?
37. Почему методом РФА нельзя анализировать элементы с порядковым номером меньше 13?
38. Масспектрометрия основана на искривлении траектории движения ионизированных молекул и их фрагментов под действием каких факторов?
39. Каким образом проводят количественный масспектрометрический анализ?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	При потенциометрическом титровании с использованием реакции нейтрализации в качестве индикаторного чаще всего используют электрод	<ol style="list-style-type: none"> 1. платиновый 2. хлорсеребряный 3. стеклянный 4. любой ионоселективный
2.	рН определяют при помощи	<ol style="list-style-type: none"> 1. платинового электрода 2. хлорсеребряного электрода 3. стеклянного электрода 4. каломельного электрода
3.	Закон Бугера-Ламберта-Бера справедлив для	<ol style="list-style-type: none"> 1. разбавленных растворов, концентрацией менее 0,01 моль/л 2. концентрированных растворов 3. идеальных растворов 4. твердых растворов
4.	В уравнении закона Бугера-Ламберта-Бера размерность концентрации	<ol style="list-style-type: none"> 1. моль/л 2. моль/кг 3. г/л 4. экв/л
5.	При анализе сульфат-иона методом турбидиметрии глицерин играет роль	<ol style="list-style-type: none"> 1. осадителя 2. катализатора 3. стабилизатора 4. концентратора
6.	Флуоресценция вызывается	<ol style="list-style-type: none"> 1. катодными лучами 2. рентгеновским излучением 3. ультрафиолетовым излучением 4. химической реакцией
7.	Люминесцентный анализ проводят при помощи	<ol style="list-style-type: none"> 1. фотоколориметра 2. спектрофотометра 3. нефелометра 4. флуориметра
8.	В люминесцентном анализе измеряют	<ol style="list-style-type: none"> 1. интенсивность поглощения света 2. интенсивность свечения 3. интенсивность пропускания 4. интенсивность преломления
9.	При увеличении температуры плазмы интенсивность спектральной линии	<ol style="list-style-type: none"> 1. растёт 2. падает 3. сначала растёт, потом уменьшается 4. сначала уменьшается, потом растёт
10.	Закон Бугера-Ламберта-Бера для атомно-абсорбционного анализа	<ol style="list-style-type: none"> 1. $D = LC$ 2. $D = \epsilon LC$ 3. $D = KIC$ 4. $D = C$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	Переход электронов с L уровня на K уровень обозначается	1. L α 2. L β 3. K β 4. K α
12.	Количественные измерения в ИКС основаны на законе	1. Бугера-Ламберта-Бера 2. Гей-Люссака 3. Ферми-Дирака 4. Бойля-Мариотта
13.	Частота характеристических колебаний растёт	1. с увеличением длины скелета 2. с увеличением кратности связи 3. с увеличением полярности связи 4. с уменьшением полярности связи
14.	В качестве элюента в ионообменной хроматографии используют	1. растворы электролитов 2. растворы неэлектролитов 3. керосин 4. воздух
15.	Для отделения железа от меди, кобальта, никеля его	1. осаждают гидроксидом калия 2. осаждают гидроксидом аммония 3. комплексуяют роданидом аммония 4. восстанавливают до железа (II)
16.	Для определения кислотности некоторого органического растворителя используют метод	1. кислотно-основного индикаторного титрования 2. потенциометрического титрования 3. кондуктометрического титрования 4. фотометрии
17.	Смешали равные объемы 0,2 М растворов уксусной кислоты (рK _d = 4,75) и ацетата натрия. Оценить рН	1. 3,75 2. 5,75 3. 5,5 4. 4,75
18.	Для весового анализа железа в смеси железо – медь в качестве осадителя можно использовать	1. KMnO ₄ 2. NH ₄ Cl 3. KOH 4. NH ₄ OH
19.	Весовому определению железа путем осаждения аммиаком мешает катион	1. магния 2. цинка 3. меди 4. никеля
20.	Как определяют точку эквивалентности при перманганатометрическом титровании?	1. по изменению окраски метилового-оранжевого 2. по изменению окраски крахмала 3. по появлению розового окрашивания 4. при помощи рН-метра
Вариант 2		

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	В уравнении Нернста $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{x F} \ln \frac{a(M^{Z+})}{a(M^{(Z-x)+})}$, x – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. степень окисления 2. эквивалент 3. число электронов в электрохимической реакции 4. коэффициент
2.	Уравнение Нернста служит для расчета	<ol style="list-style-type: none"> 1. сопротивления 2. теплового эффекта 3. напряжения 4. потенциала электрода
3.	Определение натрия в растворе методом прямой потенциометрии ведут с помощью	<ol style="list-style-type: none"> 1. хлорсеребряного электрода 2. медного электрода 3. натриевого ионоселективного электрода 4. водородного электрода
4.	При потенциометрическом титровании смеси серной и уксусной кислот на кривой титрования точек эквивалентности	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 2. 3 3. 4 4. 5
5.	В растворах электролитов с ростом концентрации удельная электропроводность	<ol style="list-style-type: none"> 1. увеличивается 2. уменьшается 3. имеет минимум 4. имеет максимум
6.	Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера чаще всего связаны с	<ol style="list-style-type: none"> 1. интенсивностью окраски 2. ростом ионной силы раствора 3. самопоглощением излучения в растворе 4. потерями на рассеяние и отражение
7.	Калибровочную зависимость фотометрического анализа можно построить в координатах	<ol style="list-style-type: none"> 1. $D - C$ 2. $D - \lambda$ 3. $D - \varepsilon$ 4. $D - \tau$
8.	При определении константы нестойкости железа оптическая плотность раствора с ростом концентрации роданида калия	<ol style="list-style-type: none"> 1. уменьшается 2. увеличивается 3. проходит через минимум 4. проходит через максимум
9.	В нефелометрическом анализе интенсивность света, прошедшего через суспензию связана с концентрацией	<ol style="list-style-type: none"> 1. $I = I_0 + KC$ 2. $I = I_0 \cdot KC$ 3. $I = I_0 - KC$ 4. $I = I_0 / KC$
10.	Коэффициент a в уравнении Ломакина описывает процессы	<ol style="list-style-type: none"> 1. в облаке дугового разряда (плазмы) 2. возбуждения электронов 3. на электродах 4. образования спектра

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	Уравнение Шейбе	<ol style="list-style-type: none"> 1. $I = a - C^b$ 2. $I = aC - b$ 3. $I = aC + b$ 4. $I = aC^b$
12.	K_v в законе Бугера-Ламберта-Бера для атомно-абсорбционного анализе зависит от	<ol style="list-style-type: none"> 1. длины волны падающего света 2. концентрации элемента в пробе 3. состава пробы в целом 4. агрегатного состояния вещества
13.	Нижняя граница определения элементов методом РФА с вакуумной приставкой – это элемент №	<ol style="list-style-type: none"> 1. 9 2. 24 3. 13 4. 16
14.	Волновое число валентных колебаний понижается	<ol style="list-style-type: none"> 1. с увеличением массы атомов 2. с ростом магнитного момента молекулы 3. с понижением дипольного момента связи 4. с ослаблением сопряжения π-электронов
15.	Область «отпечатков пальцев» расположена	<ol style="list-style-type: none"> 1. в коротковолновой части ИК-спектра 2. длинноволновой части УФ-спектра 3. длинноволновой части ИК-спектра 4. к ФХМА не относится
16.	Каково значение общей жесткости воды, если на титрование 100 мл пробы пошло 2 мл 0,05 М Трилона Б (экв/л)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,001 2. 0,002 3. 0,005 4. 0,004
17.	Растворимость сульфата бария ($pL=10$) равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10^{-2} 2. 10^{-3} 3. 10^{-5} 4. 10^{-6}
18.	На титрование 10 мл раствора HCl пошло 5 мл 0,1 н. NaOH. Концентрация кислоты, моль/л, равна	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,2 2. 0,5 3. 0,05 4. 0,025
19.	Промывать осадок BaSO ₄ следует слабым раствором	<ol style="list-style-type: none"> 1. H₂SO₄ 2. NaCl 3. NH₄Cl 4. NH₄OH

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Что такое скачок титрования в кислотно-основном методе?	<ol style="list-style-type: none"> резкое изменение рН вблизи точки эквивалентности изменение цвета индикатора разница в значении рН между ветками кривой титрования максимум на кривой титрования
Вариант 3		
1.	Каломельный электрод является	<ol style="list-style-type: none"> электродом первого рода электродом второго рода газовым электродом электродом третьего рода
2.	Условная схема хлорсеребряного электрода	<ol style="list-style-type: none"> Ag, AgCl KCl Hg, Hg₂Cl₂ KCl Pb, PbCl₂ KCl Ag, Ag₂S Na₂S
3.	Кривая кондуктометрического титрования смеси уксусной и соляной кислот в координатах «удельная электропроводность – объем щелочи» имеет	<ol style="list-style-type: none"> максимум минимум максимум и излом минимум и излом
4.	Прямая кондуктометрия применяется для	<ol style="list-style-type: none"> получения кривой титрования получения спектра поглощения определения коэффициента активности иона в растворе определения типа реакции
5.	При проведении фотометрического анализа для снижения потерь на отражение и рассеяние используют	<ol style="list-style-type: none"> раствор замещения раствор вытеснения раствор сравнения раствор хлорида калия
6.	Зависимость светопоглощения от длины волны называется	<ol style="list-style-type: none"> спектром поглощения спектром пропускания спектром излучения спектром отражения
7.	В нефелометрическом и турбидиметрическом анализе определяемое вещество переводят в	<ol style="list-style-type: none"> окрашенное соединение малорастворимое соединение неокрашенное соединение комплексное соединение
8.	Коэффициент b в уравнении Ломакина в основном зависит от	<ol style="list-style-type: none"> самопоглощения излучения в образце температуры плазмы температуры в помещении массы образца

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	В конструкцию ААС не входит	<ol style="list-style-type: none"> 1. источник света 2. источник пламени 3. стабилизатор 4. блок усиления и регистрации
10.	В атомно-абсорбционном анализе вещество под действием тепловой энергии	<ol style="list-style-type: none"> 1. разлагается на ионы 2. разлагается на атомы 3. разлагается на молекулы 4. переходит в возбужденные состояния
11.	Качественный РФА основан на законе	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бугера 2. Шредингера 3. Мессбауэра 4. Мозли
12.	Параметры вторичного рентгеновского излучения зависят от	<ol style="list-style-type: none"> 1. концентрации вещества в пробе 2. длины кюветы 3. параметров первичного рентгеновского излучения 4. атомной массы элемента
13.	Выбрать метод анализа содержания железа в воде в пределах уровня ПДК	<ol style="list-style-type: none"> 1. фотометрия 2. кондуктометрия 3. потенциометрическое титрование 4. атомная абсорбция
14.	Какова концентрация соды, моль/л, если на титрование 10 мл раствора Na_2CO_3 пошло 5 мл 0,1 н. HCl ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,25 2. 0,5 3. 0,05 4. 0,025
15.	Весовая форма должна отвечать следующему требованию	<ol style="list-style-type: none"> 1. гидролизуемость 2. окисляемость кислородом воздуха 3. определенный химический состав 4. большой процент содержания кислорода
16.	Весовому определению бария путем осаждения в виде сульфата мешает катион	<ol style="list-style-type: none"> 1. цинка 2. кадмия 3. меди 4. стронция
17.	К видам объемного анализа не относятся	<ol style="list-style-type: none"> 1. кислотно-основное титрование 2. оптическое титрование 3. комплексонометрия 4. иодометрия
18.	Изменение окраски кислотно-основного индикатора связано с	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменением объема раствора 2. изменением давления 3. изменением формы существования индикатора 4. реакцией комплексообразования

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Определение содержания йода возможно следующим титрантом	1. $K_2Cr_2O_7$ 2. $Na_2S_2O_3$ 3. NH_4VO_3 4. $(NH_4)_2S_2O_8$
20.	Точку эквивалентности при определении жесткости воды устанавливают по	1. появлению окраски перманганата 2. исчезновению окраски перманганата 3. обесцвечиванию крахмала 4. эриохрому

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Мовчан Н.И. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа. Учебное пособие / Н.И. Мовчан, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова. Казань, КНИТУ. 2013. 236 с. <https://e.lanbook.com/book/73219>

2. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию. Учебное пособие. М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний». 2016. 266 с. <https://e.lanbook.com/book/84079>

3. Гельфман М.И. Коллоидная химия. Учебник / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юс-тратов. СПб.: «Лань». 2017. 336 с. <https://e.lanbook.com/book/91307>

4. Еремин В.В. Основы физической химии. Теория. В двух частях. Учебное пособие / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко. М.: «Лаборатория знаний». 2015. 589 с. <https://e.lanbook.com/book/84118>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Васильев В.П. Аналитическая химия, часть 1: гравиметрический и титриметрический методы анализа. Учебник для химико-технологических специальностей вузов. М.: «Высшая школа». 1989. 320 с. http://www.studmed.ru/vasilev-vp-analiticheskaya-himiya-chast-1_e1c11c22c03.html

2. Васильев В.П. Аналитическая химия, часть 2: физико-химические методы анализа. Учебник для химико-технологических специальностей вузов. М.: «Высшая школа». 1989. 384 с. http://www.studmed.ru/vasilev-vp-analiticheskaya-himiya-chast-2-fiziko-himicheskie-metody-analiza_50134094465.html

3. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика. Учебное пособие. М.: «Физматлит». 2004. 352 с. <https://e.lanbook.com/book/59271>

4. Дерябин В.А., Фарафонтowa Е.П. Физическая химия дисперсных систем. Учебное пособие для вузов. Под науч. ред. Е.А. Кулешова. М.: «Юрайт». 2018. 86 с. <https://biblio-online.ru/viewer/3CCF11B9-5D0A-46F2-97AC-CF4B2DE5B86B/fizicheskaya-himiya-dispersnyh-sistem#page/1>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Аналитическая химия. Методические указания для самостоятельной работы студентов. СПб. – Горный университет. 2015. 88 с. http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2015_-_98.pdf

2. Черемисина О.В., Литвинова Т.Е. Специальные главы химии. Физическая химия и ФХМА: методические указания к лабораторным работам. СПб. – Горный университет. 2016. 63 с. <http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-209.pdf>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; www.garant.ru

2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; www.consultant.ru/

3. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>

4. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»; <http://znanium.com>

5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>

6. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>

7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

8. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр №1, учебный центр №3).

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лабораторных занятий (Учебный центр № 1).

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «**Физико-химические методы исследования материалов, реагентов и углеводородных систем**».

Оснащенность помещений для лабораторных работ

1) 15 посадочных мест

Стенды информационные – 12 шт.

Мебель лабораторная и учебная:

доска аудиторная - 1 шт., полка для посуды - 10 шт., стол лабораторный – 2 шт., стол приборный - 20 шт., стол учебный - 15 шт., стол-мойка с сушилкой - 2 шт., табурет лабораторный - 16 шт., титровальная установка - 4 шт., шкаф вытяжной стандартный с водой – 1 шт., шкаф для посуды и приборов – 4 шт., шкаф для хранения реактивов – 2 шт.

Оборудование и приборы:

установка для определения теплоты испарения - 1 шт., весы лабораторные Ohaus AR-5120 – 1 шт., комплект для определения плотности нефти и нефтепродуктов Mettler-Toledo DM-40 - 1 шт., полуавтоматический анализатор межфазного натяжения жидкостей LAUDA TD 1C - 1 шт., кондуктометр Анион-4120 (410к) – 5 шт., фотоколориметр UNICO – 2 шт., pH-метр pH-150M - 3 шт., иономер АНИОН 4140 - 3 шт., спектрофотометр атомно-абсорбционный AAS3 AAC AAS5EA – 1 шт.

Компьютерная техника:

системный блок Intel Pentium, монитор ЖК 16", принтер лазерный HP LaserJet P1102.

2) 15 посадочных мест

Стенды информационные – 7 шт.

Мебель лабораторная и учебная:

доска аудиторная - 1 шт., стол лабораторный - 13 шт., стол учебный – 6 шт., титровальная установка - 2 шт., полка для посуды - 4 шт., технологическая приставка - 9 шт., стол-мойка с сушилкой – 1 шт., шкаф вытяжной с подводом воды - 1 шт., шкаф для посуды и приборов - 4 шт., табурет лабораторный - 16 шт. Оборудование и приборы:

баня комбинированная лабораторная – 1 шт., колба нагреватель - 1 шт., перемешивающее устройство с верхним приводом - 2 шт., перемешивающее устройство - шейкер лабораторный – 1 шт., pH-метр лабораторный переносной – 1 шт., кондуктометр АНИОН 7001 – 1 шт., штатив лабораторный металлический - 16 шт.

Компьютерная техника: системный блок Intel Pentium, монитор ЖК 16", принтер лазерный HP LaserJet P1102

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная –

1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)