

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕН-
НЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"20" 09 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ АНАЛИЗА»

Направление подготовки бакалавриата
18.03.01 «Химическая технология»

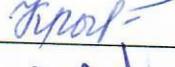
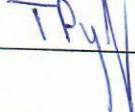
Профиль подготовки бакалавриата
Химическая технология природных энергоносителей и
углеродных материалов

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Доронин Сергей Юрьевич		20.09.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		20.09.2021
Заведующий кафедрой	Русанова Татьяна Юрьевна		20.09.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» является формирование у студентов компетенций, связанных с пониманием теоретических и практических основ методов и средств идентификации, обнаружения, разделения и концентрирования, а также определения элементов и их соединений в сложных природных и промышленных объектах.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» (Б1.О.11) входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП бакалавриата по направлению 18.03.01 – «Химическая технология». Она логически связана с содержанием таких дисциплин как «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия».

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь представления: о физико-химических свойствах важнейших неорганических и органических соединений, законах кинетики и термодинамики, основах электрохимических превращений веществ, проводить статистическую обработку результатов измерений, полученные в ходе изучения предшествующих дисциплин направления. Приобретенные в рамках дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» умения обоснованно выбирать соответствующий поставленной задаче метод анализа, производить на современном уровне различные химико-аналитические операции, грамотно пользоваться нормативно-технической документацией при проведении пробоотбора различных объектов, владеть современными компьютерными приемами обработки аналитического сигнала и корректно представлять результаты, необходимы как иллюстрация практического применения аналитической химии в изучении последующих курсов: «Стандартизация, сертификация продукции нефтепереработки», «Процессы и аппараты химической технологии», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Химия нефти и газа».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и	ОПК-1.1. Проводит химические эксперименты, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений. ОПК-1.2. Понимает ме-	Знать: - основные законы и методы аналитической химии; аналитическую службу как систему; - основные принципы устройства и работы современного оборудования; - способы обработки аналитического сигнала; элементы метрологии, стандартизации и сертификации в анализе;

<p>свойства различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.</p>	<p>механизмы химических реакций, протекающих в технологических процессах и окружающем мире.</p> <p>ОПК-1.3. Определяет свойства различных классов химических элементов, соединений, — веществ и материалов</p>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обоснованно выбирать соответствующий метод анализа в зависимости от поставленной задачи и возможностей лаборатории; - на современном уровне производить различные химико-аналитические операции; - с помощью компьютерных технологий производить обработку получаемых аналитических сигналов и корректно представлять результаты анализа; - пользоваться нормативно-технической документацией в области анализа. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современными химическими и физико-химическими методами анализа; - способами оценки основных метрологических параметров методов и методик анализа; - компьютером на уровне пользователя.
---	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 180 часов: из них 34 – лекционных, 68 - лабораторных и 42 – самостоятельных часов. Форма отчётности предусмотрена в виде экзамена в 3 семестре (36 часов). Предусмотрена контрольная работа.

Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Лаборат. раб.		СР	Контроль	Всего	
					Общая трудоемкость	Из них: практич. подготовка				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Основные метрологические параметры метода (методики). Способы выражения концентрации растворов. Погрешности анализа.	3	1	2	4	-	4	-	10	Выборочный опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Статистическая обработка результатов химического анализа.	3	2	2	4	-	2	-	8	Проверка оформления лабораторного журнала, тестирование
3	Титриметрия. Равновесие в гомогенной системе. ЗДМ.	3	3	2	4	-	2	-	8	Письменный опрос
4	Современные представления о природе кислот и оснований. Расчет pH в растворах протолитов.	3	4	2	4	-	4	-	10	Выборочный опрос
5	Комплексные соединения в анализе. Red-Ox процессы, их применение в анализе.	3	5	2	4	-	2	-	8	Выборочный опрос
6	Теоретические основы электрохимических методов анализа. Потенциометрия	3	6	2	4	-	2	-	8	Выборочный опрос
7	Кулонометрия. Вольтамперометрия. Электрогравиметрия.	3	7	2	4	-	2	-	8	Проверка оформления лабораторного журнала, тестирование
8	Спектроскопические методы анализа. Эмиссионный спектральный анализ.	3	8	2	4	-	2	-	8	Выборочный опрос
9	Фотометрия пламени. ААС.	3	9	2	4	-	2	-	8	Коллуквиум. Контрольная работа
10	Фотометрия и спектрофотометрия	3	10	2	4	-	4	-	10	Выборочный опрос
11	Проба. Виды проб.	3	11	2	4	-	2	-	8	Проверка оформления лабораторного журнала
12	Пробоотбор твердых, жидких и газообразных объектов	3	12	2	4	-	2	-	8	Выборочный опрос
13	Равновесие в системе раствор-осадок. ПР.	3	13	2	4	-	2	-	8	Выборочный опрос
14	Гравиметрия	3	14	2	4	-	2	-	8	Проверка оформления лабораторного журнала
15	Общая характеристика методов разделения и концентрирования	3	15	2	4	-	2	-	8	Проверка оформления лабораторного журнала
16	Экстракция	3	16	2	4	-	2	-	8	Проверка оформления лабораторного журнала
17	Общая характеристика хроматографических методов. Газовая хроматография.	3	17	2	4	-	4	-	10	Коллуквиум. Контрольная работа

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Промежуточная аттестация.					-		36		Экзамен
	Итого: часов за семестр			34	68	-	42	36	180	

Содержание лекционного курса

Введение.

Предмет аналитической химии, её структура, цели и задачи, место в системе других наук, связь с практикой. Понятие об аналитических реакциях, аналитическом сигнале и способах его регистрации. Элементный, молекулярный, фазовый анализ. Качественный и количественные анализы. Метод и методика анализа. Химический анализ и его виды.

Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.

1. Растворение веществ в воде. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации электролита. Понятие об активности, коэффициенте активности, ионной силе раствора. Закон действующих масс. Три способа выражения константы равновесия. Направление химических реакций, условия смещений ионных равновесий.

2. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели. Вычисление рН сильных и слабых электролитов. Влияние рН воды на состояние ионных форм элементов в природе. Гидролиз, его связь с кислотностью водных сред, использование в анализе.

3. Буферные растворы, сущность их действия. Вычисление рН буферных систем. Равновесие в растворах комплексных соединений. Области их применения.

4. Окислительно–восстановительное равновесие. Понятие об окислительно–восстановительной паре, окислительно–восстановительном потенциале. Уравнение Нернста. Факторы, формирующие окислительно–восстановительный потенциал.

5. Типы гетерогенных систем. Гетерогенные системы в природе. Равновесие между твёрдой и жидкими фазами. Закон действующих масс для гетерогенных систем. Произведение растворимости, растворимость, факторы, влияющие на растворимость.

6. Методы анализа, классификация по способам решения той или иной аналитической задачи, краткая характеристика. Основные этапы анализа.

7. Математическая статистика при обработке результатов измерений в количественном анализе. Значащие цифры. Виды погрешностей. Правильность и воспроизводимость результатов анализа. Статистическая обработка результатов. Способы оценки правильности результатов. Связь величины погрешности анализа и числа значащих цифр при представлении результатов анализа.

Методы определения макрокомпонентов

1. Гравиметрический анализ. Прямые и косвенные методы анализа. Метод осаждения, осаждаемая и весовая формы, требования к ним. Место и роль гравиметрического анализа в аналитической химии.

2. Титриметрический анализ. Основные положения метода и способы титрования. Стандартные растворы, способы их приготовления. Типы кривых титрования. Характеристика основных методов титриметрического анализа: кислотно-основного, осадительного, комплексонометрического и окислительно-восстановительного титрования. Области их применения.

Методы определения микрокомпонентов

1. Физико-химические методы анализа. Способы определения концентрации вещества.

2. Спектроскопические (оптические) методы анализа, их роль и место в анализе нефтей и нефтепродуктов, объектов окружающей среды. Структура энергетических уровней атома и молекулы. Происхождение атомных и молекулярных спектров, их основные характеристики. Классификация спектроскопических методов анализа.

3. Фотометрический анализ. Основной закон светопоглощения и условия его соблюдения. Основные фотометрические величины. Закон аддитивности. Типы реакций, используемых в фотометрическом анализе. Блок-схема фотометра, типы фотометрических приборов. Возможности и ограничения использования фотометрического анализа. Дифференциальная фотометрия. Фотометрическое титрование.

4. Атомно-эмиссионный анализ. Источники возбуждения атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС). Резонансные линии в спектре эмиссии. Уравнение количественной зависимости между концентрацией вещества в пробе и интенсивностью излучения. Блок-схема спектрометра. Метод фотометрии пламени. АЭС с индукционно-связанной плазмой. Области применения АЭС.

5. Атомно-абсорбционный анализ, принцип метода, блок-схема прибора. Процессы, происходящие в пламени. Пламенная и электрометрическая атомизация и их сравнительная характеристика. Применение атомно-абсорбционной спектроскопии, преимущества и недостатки метода.

6. Электрохимические методы анализа, классификация. Метод прямой потенциометрии и потенциометрического титрования. Виды электродов, принцип их действия. Вольтамперометрия и её основные характеристики. Уравнение Ильковича. Виды вольтамперометрии и возможности метода в анализе нефтей и нефтепродуктов, объектов окружающей среды.

Пробоотбор и пробоподготовка

1. Проба и образец. Классификация проб. Специальные виды проб. Представительные пробы. Принцип отбора проб от образцов гомогенного и гетерогенного характера (воздуха, вод, почв, растительного и животного мира). Схема формирования пробы для анализа гетерогенного материала. Приспособления для отбора проб.

2. Основные способы перевода пробы в раствор. Растворение минераль-

ных проб под действием температуры, кислот их смесей, солей аммония, сплавлением. Виды плавней. Механизм их действия.

3. Особенности переведения в раствор органической пробы. Сухой и мокрый способ минерализации проб. Физические методы разложения органической пробы.

Методы разделения и концентрирования

Понятие о разделении и концентрировании. Основные количественные характеристики: степень извлечения, коэффициент разделения. Классификация методов разделения и концентрирования. Экстракция и хроматография как основные виды разделения и концентрирования при анализе объектов окружающей среды. Краткая характеристика газовой и жидкостной хроматографии. Особенности использования хроматографии в анализе нефти и продуктов её переработки. Современные виды хроматографии.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины.

В преподавании дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» используются следующие образовательные технологии:

- интерактивные лекции с элементами междисциплинарного и дистанционного обучения;
- поисковые лабораторные работы с элементами выбора методов и методик определения состава конкретных пищевых продуктов;
- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемное обучение;
- дискуссии на заданную тему.

Лекционные занятия проводятся в основном в традиционной форме. При проведении части лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор. На лекционных занятиях проводятся экспресс - опросы по пройденному материалу и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки.

Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

В ходе выполнения самостоятельной работы применяются поисковые системы, электронные библиотеки, информационные сети, базы данных, сервера издательств научной литературы и другие информационные ресурсы; отписки и ксерокопии научных статей. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

- информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;
- проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья пре-

доставляется возможность дистанционного освоения её теоретической части дисциплины путем распространения текста лекций, заданий и их контроля через интернет, а также индивидуальных консультаций с применением как электронной почты, так и визуального общения с использованием «Скайп». При выполнении лабораторных работ осуществляется индивидуальная помощь учебно-вспомогательного состава.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов в объеме 42 часов по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, в выполнении заданий лектора.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в подготовке к контрольной работе и при выполнении домашних заданий) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;

- при подготовке к семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;

- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Общие и характеристические реакции катионов и анионов.
2. Дробная идентификация катионов в растворе.
3. Анализ неорганического объекта.
4. Приготовление стандартных растворов Na_2CO_3 и HCl и титриметрическое определение содержания NaOH в водном растворе.
5. Определение щёлочи (NaOH) и соды (Na_2CO_3) в водном растворе при совместном присутствии.
6. Комплексометрическое определение жёсткости воды.
7. Комплексометрическое определение кальция и магния при совместном присутствии в воде.
8. Перманганатометрическое определение железа (II) в солях.
9. Разложение карбонатных пород сплавлением и комплексометрическое определение кальция.
10. Определение ионов натрия в растворе методом пламенной фотометрии.
11. Фотометрическое определение железа (II) с сульфосалициловой кислотой.

12. Определение H_3PO_4 в водном растворе методом потенциометрического титрования.
13. Определение алифатических спиртов в их смеси методом газожидкостной хроматографии.
14. Потенциометрическое определение рН водных растворов.
15. Ионметрическое определение натрия, нитратов в водных объектах.
16. Амперметрическое определение меди в растворах.

Задания для самостоятельной подготовки

1. Характеристика токсичности углеводородных систем и их влияние на окружающую среду.
2. Мониторинг окружающей среды при переработке углеводородов.
3. Нормативно-техническая документация, регламентирующая отбор проб нефти и нефтепродуктов различного назначения.
4. Задачи обнаружения и идентификации химических соединений. Дробный и систематический ход анализа. Реакции групповые и специфические, микрокристаллический анализ, капельный анализ.
5. Хроматографический анализ углеводородных смесей многокомпонентного состава.
6. Физические методы анализа нефтей и нефтепродуктов.
7. Возможности использования тест-методов и сенсоров в нефтехимии.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (в форме экзамена)

1. Предмет и основные задачи аналитической химии. Задачи, решаемые в гидрогеологии.
2. Понятие об аналитической реакции, аналитическом сигнале. Методы анализа и их классификация.
3. Качественный анализ. Идентификация основных катионов и анионов в воде.
4. Равновесие в гомогенной системе. Закон действующих масс для гомогенных систем. Концентрационная и термодинамическая константы равновесия.
5. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации, активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, связь между ними.
6. Понятие о гетерогенной системе. Закон действующих масс для гомогенных систем.
7. Растворимость осадка, её связь с произведением растворимости. Условия образования осадка.
8. Факторы, влияющие на растворимость осадка.
9. Основы протолитической теории кислот и оснований.
10. Константа автопротолиза воды. Понятие рН.
11. Вычисление рН и рОН слабых кислот и оснований, сильных кислот и оснований.
12. Буферные растворы. Механизм действия буферных растворов. Вывод формул и вычисление рН буферных растворов.
13. Количественный анализ, его назначение, основные стадии.

14. Общая характеристика методов определения макро- и микрокомпонентов.
15. Погрешности анализа, их виды.
16. Правильность результатов анализа, способы её оценки
17. Воспроизводимость результатов анализа. Основные понятия математической статистики.
18. Статистическая обработка результатов анализа. Стандартное отклонение, доверительный интервал. Оценка промахов.
19. Титриметрический анализ. Требования к реакциям в титриметрии. Стандартные растворы.
20. Кривые титрования, их виды, характеристика.
21. Точка эквивалентности и способы её определения. Индикаторы, принцип выбора.
22. Способы титрования: прямое, обратное, заместительное.
23. Метод кислотно-основного титрования, индикаторы метода.
24. Метод комплексонометрического титрования, индикаторы метода.
25. Краткая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, йодатометрия, хроматометрия.
26. Гравиметрический метод анализа, сущность, преимущества и недостатки.
27. Метод осаждения, осаждаемая и весовая формы, требования к ним. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
28. Метод определения микрокомпонентов, физические и физико-химические методы, их классификация.
29. Основные способы определения концентрации вещества: градуировочный график, метод добавок, метод сравнения.
30. Спектроскопические методы анализа. Метод атомной и молекулярной спектроскопии, области применения.
31. Фотометрический анализ, сущность, используемые реакции, области применения.
32. Методы атомной спектроскопии.
33. Метод пламенной фотометрии.
34. Электрохимические методы анализа, классификация, области применения.
35. Потенциометрический анализ. Понятие об окислительно-восстановительной паре и её потенциале.
36. Ионометрия, ионо-селективные электроды в анализе вод.
37. Потенциометрическое титрование. Преимущества и недостатки.
38. Вольтамперометрия. Качественный и количественный анализ металлов в водах.
39. Образец и проба. Виды проб.
40. Отбор пробы газов.
41. Отбор пробы гомогенной и гетерогенной жидкости.
42. Отбор пробы твёрдых веществ.
43. Особенности отбора биопроб.
44. Схема формирования представительной пробы. Условия хранения проб.
45. Способы переведения проб в раствор: под действием температуры, с помощью кислот их смесей, с использованием солей аммония, с помощью орга-

нических растворителей.

46. Особенности разложения органических проб.

47. Понятие о разделении и концентрировании. Классификация методов разделения и концентрирования.

48. Основные методы разделения и концентрирования: экстракция, осаждение, хроматография.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС.

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	17	34	0	9	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

3 семестр

Лекции: 0 - 17 баллов (оценивается посещаемость: 1 балл – 1 лекция).

Лабораторные занятия: 0 - 34 (оценивается самостоятельность при выполнении работы, грамотность в оформлении лабораторной работы, правильность выполнения химических операций).

Практические занятия: не предусмотрены

Самостоятельная работа: 0-9 баллов (оценивается поисковая работа бакалавров на заданную тему – максимум 6 баллов и устное сообщение – максимум – 3 балла).

Автоматизированное тестирование – не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности (контрольная работа) – от 0 до 10 баллов.

Промежуточная аттестация – экзамен – от 0 до 30 баллов

Промежуточная аттестация проводится в виде устного опроса:

ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 25 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 20 до 24 баллов;

ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 11 до 19 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Аналитическая химия и

физико-химические методы анализа» составляет **100** баллов.

Таблица 1.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» в итоговую форму отчетности (экзамен):

Сумма баллов, набранных студентом по итогам изучения дисциплины	0-54	55-69	70-79	80-100
экзамен	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»

Иновационная компонента

Подготовка лекционного курса по дисциплине «Промышленная экология» с демонстрацией на Multi Media.

Пример. Лекция по титриметрии.

План.

1. Химическая посуда.
2. Определение метода.
3. Схема установки.
4. Стандартные растворы и способы их приготовления.
5. Способы титрования.
6. Типы кривых титрования.
7. Параметры кривой титрования.
8. Способы фиксирования точки эквивалентности.
9. Расчёт содержания исследуемого вещества.
10. Типы титрования (прямое, обратное, по замещению).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Александр Ильич Жебентяев, Александр Константинович Жерносек, Ирина Евгеньевна Талуть. - 2, стер. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М"; Минск : ООО "Новое знание", 2014. - 542 с. - ISBN 978-5-16-004685-3 : Б. ц. ЭБС «ИНФРА-М».
2. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Александр Ильич Жебентяев. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М"; Минск : ООО "Новое знание", 2013. - 206 с. - ISBN 978-5-16-006615-8 : Б. ц. ЭБС «ИНФРА-М».
3. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Практикум [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Александр Ильич Жебентяев, Александр Константинович Жерносек, Ирина Евгеньевна Талуть. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М" ; Минск : ООО "Новое знание", 2013. - 429 с. - ISBN 978-5-16-009043-6 : Б. ц. ЭБС «ИНФРА-М».
4. Микилева Г. Н. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Микилева Г. Н. - Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. - 184 с. - Б. ц. ЭБС IPRbooks.
5. Краткий справочник физико-химических величин некоторых неорганических и органических соединений [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост.: Л. Ю. Брусенцева, А. А. Кудряшова. - Самара : РЕАВИЗ, 2011. - 68 с. - Б. ц. ЭБС IPRbooks.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

программный комплекс Microsoft Word, The Unscrambler, интернет-сайты ведущих научных издательств www.science-direct.com, www.springer.com, www.rsc.org, <http://pubs.acs.org>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для чтения лекций.
2. Мультимедийный проектор.
3. Оверхед-проектор и прозрачные пленки.
4. Учебная лаборатория для выполнения лабораторных работ, оснащенная необходимым оборудованием (лабораторная посуда, фотоэлектроколориметр, рН-метр, иономер, набор ИСЭ, газовый хроматограф, пламенный фотометр, аналитические весы, компьютер).
5. Химические реактивы.
6. Интернет-ресурсы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 – «Химическая технология» и профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Автор,
профессор кафедры аналитической
химии и химической экологии
Института химии СГУ, д.х.н.

_____ Доронин С.Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической химии и химической экологии от «20» сентября 2021 года, протокол №2.