

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Инструментальные методы химического анализа в рациональном использовании
сырьевых и энергетических ресурсов**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)

Рациональное использование энергетических и сырьевых ресурсов

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	18	18
Лабораторные	18	18
Практические	18	18
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0.35	0.35
Контактная работа	54.35	54.35
Самостоятельная работа	90	90
Контроль	36.65	36.65
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

Преподаватель, Гущина Т.П.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «19» сентября 2019 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знаний по принципам и возможностям физико-химических методов анализа и получение навыков работы с соответствующими приборами и умений оценивать полученные результаты.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Химическое материаловедение», «Органическая химия 1», «Общая и неорганическая химия», «Физика 2,3».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Аналитическая химия», «Аналитический контроль качества сырья и продукции», «Общая химическая технология», «Физическая химия», «Экологический контроль».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 – способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	-	Знать: - методы проведения анализа, испытаний и других видов исследований
		Уметь: - осуществлять оценку результатов анализа
		Владеть: - навыками работы с приборами для проведения анализа сырья, материалов и готовой продукции
		Уметь: документировать информацию о результатах проведенных исследований
		Владеть: навыками работы с технической документацией

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Введение в анализ реальных объектов	Лекция № 1	Анализ конкретных объектов. Задачи и планирование анализа. Геологические объекты. Объекты окружающей среды. Воздух. Природные и сточные воды. Анализ почв. Органические и биологические объекты	4	2	-	-	
	Лекция № 2	Физико-химические методы анализа - главная инструментальная база контроля качества сырья и ресурсов	4	2	-	-	
	Лекция № 3	Количественный анализ и его значение. Классификация методов количественного анализа. Весовой (гравиметрический) и объемный (титриметрический) методы, различия между ними	4	2	-	-	
	Практическое занятие № 1	Техника лабораторных работ. Аналитические весы, правила взвешивания. Химическая посуда и аппаратура	4	2	5	-	Отчет по практическому занятию № 1
	Лабораторное занятие № 1	Отбор и подготовка проб к анализу	4	2	12	-	Отчет по лабораторному занятию № 1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лабораторное занятие № 2	Определение обобщенных показателей воды (температура, запах, вкус, перманганатная окисляемость, жесткость, щелочность, хлорид-ионы)	4	4	12	-	Отчет по лабораторному занятию № 2
	Практическое занятие № 2	Расчет концентрации растворов по различным параметрам	4	4	5	-	Отчет по практическому занятию № 2
	Практическое занятие № 3	Построение кривых титрования	4	2	5	-	Отчет по практическому занятию № 3
	Лекция № 4	Понятие об аналитическом сигнале в физико-химических методах анализа. Метрологические характеристики важнейших физико-химических методов	4	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лекция № 5	Статистическая обработка результатов измерений. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Метод градуировочных кривых (графиков). Способы построения шкалы стандартов. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности	4	2	-	-	
	Практическое занятие № 4	Вычисление погрешностей анализа	4	2	5	-	Отчет по практическому занятию № 4
	Лекция № 6	Требования различных физико-химических методов к пробоподготовке, химическим формам. Способы разложения пробы, процессы, используемые для разделения и концентрирования компонентов пробы	4	2	-	-	
	Промежуточная аттестация		4	0.35	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2 Методы анализа сырьевых и энергетических ресурсов	Лекция № 7	Спектральные методы анализа. Спектры, способы их получения, особенности, классификация и использование для аналитических целей. Основные элементы спектральных приборов и их назначение	4	2	-	-	
	Лабораторное занятие № 3	Определение содержания ионов металлов фотоколориметрическим методом в различных объектах	4	4	12	-	Отчет по лабораторному занятию № 3
	Практическое занятие № 5	Построение градуировочного графика	4	2	5	-	Отчет по практическому занятию № 5
	Практическое занятие № 6	Решение типовых задач на фотометрический анализ	4	2	5	-	Отчет по практическому занятию № 6
	Лекция № 8	Теории хроматографии. Классификация хроматографических методов. Хроматографы, их основные узлы: хроматографическая колонка и детектор	4	2	-	-	
	Практическое занятие № 7	Определение качественного состава смеси на основе характеристик удерживания	4	2	5	-	Отчет по практическому занятию № 7

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лабораторное занятие № 4	Качественный и количественный анализ смеси углеводов методом газожидкостной хроматографии	4	4	12	-	Отчет по лабораторному занятию № 4
	Лекция № 9	Электрохимические методы анализа, их теоретические основы и классификация	4	2	-	-	
	Лабораторное занятие № 5	Определение веществ потенциометрическим методом анализа	4	4	12	-	Отчет по лабораторному занятию № 5
	Практическое занятие № 8	Семинар: Инструментальные методы анализа, классификация, достоинства, недостатки	4	2	5	-	Отчет по практическому занятию № 8
	Самостоятельная работа	Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по практическим занятиям	4	90	-	-	
	Итоговый тест по курсу через ОТ		4	35.65	100	-	Экзамен
Итого:				180	200		

Схема расчета итогового балла

1. Студент в течение семестра при изучении дисциплины набирает баллы за практические занятия. Студент может набрать от 0 до 100 баллов.

2. Студент проходит итоговое тестирование через центр тестирования. По результатам тестирования студент может набрать 0-100 баллов.

3. Формула расчета итоговой оценки:

«(Сумма)/2» - оценка формируется автоматически, на основе текущего рейтинга (все занятия) + результат итогового теста и все делится на 2.

«отлично» – студент набрал 80-100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре

«хорошо» – студент набрал 60-79 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре

«удовлетворительно» – студент набрал 40-59 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре

«неудовлетворительно» – студент набрал 0-39 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.

4. Студент, по объективным причинам, не получивший по бально-рейтинговой системе оценку за экзамен, устно отвечает на два теоретических вопроса билета.

5. Образовательные технологии

При реализации учебного курса дисциплины используется технология традиционного обучения, включающая лекции и практические занятия, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Практическое занятие с решением прикладных задач, проводится обсуждение результатов деятельности.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины студенту необходимо посещать все контактные занятия и систематически в полном объеме выполнять все задания для самостоятельной работы.

Во время лекций рекомендуется вести конспектирование учебного материала в специально отведенной для этого тетради. Выделять основные понятия, факты, формулы, химические реакции, выводы. Если какое-то объяснение кажется непонятным, следует немедленно задать вопрос преподавателю. Рекомендуется принимать активное участие в обсуждении ставящихся перед аудиторией вопросов.

Целью лабораторных занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала. При подготовке к лабораторным занятиям необходимо: тщательно изучить теоретический материал, изложенный в лекции.

Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:

1. Изучение теоретического материала по изучаемой теме, изложенного в учебно-методическом пособии.

2. Подготовка к аудиторным занятиям (практическим и лабораторным занятиям, а также к промежуточной аттестации).

3. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.

4. Практические занятия включают в себя решение прикладных, расчетных и ситуационных задач, обсуждение результатов деятельности.

5. Подготовка отчетов по практическим и лабораторным занятиям:

5.1. Предоставление отчета в тетради в соответствии с вариантом и требованиями к содержанию отчета.

5.2. При сдаче отчета студент должен ответить на вопросы преподавателя по теме практического занятия в устной форме.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-1	Отчеты по практическим занятиям № 1-8. Отчеты по лабораторным занятиям № 1-5. Вопросы к экзамену 1-50. Тестовые задания № 1-500.

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1 Отчет по практическому занятию

(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Практическое занятие № 1. Расчет концентрации растворов по различным параметрам.

Цель работы: изучить концентрацию растворов и способы ее выражения.

1) Решить задачи

1. Определите молярную концентрацию раствора, содержащего 33,0 г сульфид калия в 200 мл водного раствора.

2. 50 г вещества растворили в 150 мл воды. Определите массовую долю вещества в растворе

3. Для растворов каких веществ верно соотношение $C_H = 3C_M$

а) $Al_2(SO_4)_3$ б) $FeCl_3$ в) HCl г) H_3PO_4 д) $Ca(OH)_2$

4. Чему равна нормальная концентрация раствора $FeCl_2$ с массовой долей 25% (плотность раствора = 1,016 г/мл)?

5. Определите процентную концентрацию раствора сульфата натрия с молярной концентрацией 0,5 моль/кг.

6. Сколько миллилитров 0,2N раствора HCl потребуется для реакции с 15 мл 0,075M раствора $Ba(OH)_2$? Задачу решить с использованием закона эквивалентов.

2) Ответить на контрольные вопросы:

1. Какой раствор называется насыщенным, ненасыщенным?

2. Что называется растворимостью вещества?

3. Что называется массовой долей растворенного вещества?

4. Какова последовательность приготовления раствора?

5. Какие концентрации существуют и в чем они выражаются?

3) Подготовить отчет по практическому занятию.

4) Форма отчета по практической работе

Название практического занятия и вариант

Цель и задачи

Теоретическая часть

Исходные данные

Расчет
Результаты расчета и выводы по работе
Ответы на контрольные вопросы

Критерии оценки:

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все поставленные ему вопросы.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил на все поставленные ему вопросы.

3 балла – студент выполнил работу. Допустил одну ошибку. Ответил только на один вопрос.

2 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.

1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.

0 баллов – студент не выполнил работу.

7.2.1 Отчет по лабораторному занятию

(наименование оценочного средства)

Типовой пример задания

Практическое занятие № 1. Отбор и подготовка проб к анализу.

Цель работы: сформировать знания о правилах отбора и усреднения проб при проведении химического анализа, особенностях отбора проб газообразных, жидких и твердых веществ, основных методах разложения проб в процессе проведения пробоподготовки; провести идентификацию неизвестного неорганического вещества (соли или смеси солей).

Алгоритм работы:

1) Подготовить вопросы к занятию

1. Проба. Виды проб.
2. Отбор пробы и ее усреднение. Причины погрешностей при отборе проб.
3. Разложение пробы. Разложение проб путем растворения, сплавления и озоления.

Нежелательные процессы, происходящие при разложении пробы.

4. Общая характеристика аналитических групп катионов и анионов.
5. Предварительные испытания при анализе неизвестного вещества.
6. Схема анализа неизвестного вещества (смеси веществ на примере смеси солей).

2) Провести ход анализа

Полученное для анализа вещество делят на три части: одну часть используют для обнаружения катионов, вторую - для обнаружения анионов, а третью - для проведения предварительных испытаний и проверки результатов анализа.

1. Предварительные наблюдения и испытания. Имеют целью на основании визуальных наблюдений и выполнении некоторых дробных реакций обнаружения катионов и анионов сделать.

1.1. Органолептический анализ. Определяют цвет, запах анализируемого вещества, его однородность при рассматривании под лупой или под микроскопом и делают соответствующие выводы.

Так, характерная окраска исследуемого образца может быть обусловлена как наличием окрашенных солей катионов хрома, железа, кобальта, никеля, меди, так и продуктов их взаимодействия (например, роданида железа). Белая же окраска образца свидетельствует об отсутствии этих катионов.

1.2. Окрашивание пламени газовой горелки позволяет обнаружить некоторые катионы. Несколько крупинок анализируемого вещества, смоченного каплей HCl концентрированной, вносят при помощи нихромовой проволоки (или прокаленного графитового стержня) в бесцветное пламя газовой горелки и наблюдают окрашивание пламени. При наличии летучих солей натрия, калия, кальция, стронция, бария, висмута, свинца, мышьяка, сурьмы пламя горелки окрашивается в характерные цвета.

1.3. Действие разбавленной серной кислоты. К небольшому (0,01 г) количеству исследуемого вещества прибавляют несколько капель кислоты серной разбавленной. При наличии карбонат-иона происходит энергичное вспенивание за счет выделения CO_2 , сопровождающееся шипением. При наличии хлорид-, сульфит-, тиосульфат- или ацетат-ионов выделяются бесцветные газы, имеющие характерный запах. При наличии нитрат-иона выделяется бурый газ с резким запахом.

1.4. Действие кислоты серной концентрированной. К 0,01 г вещества добавляют несколько капель кислоты. При этом определяются не только перечисленные выше анионы, но также нитрат-, хлорид-, бромид-, йодид-анионы, о выделении которых можно судить по характерному цвету и запаху.

На основании предварительных испытаний делают предположения о составе анализируемой смеси, которые дополняют и уточняют в ходе последующего анализа.

2. Перевод вещества в растворенное состояние. Для подбора растворителя берут 0,01 г вещества и 0,5-1,0 мл растворителя. Подбор растворителя начинают с проверки растворимости исследуемого вещества в дистиллированной воде. Если исследуемое вещество не растворимо в воде, пробуют растворимость его в разбавленных, а затем в концентрированных кислотах – уксусной, азотной, хлористоводородной. Далее проверяют растворимость вещества в растворах едких щелочей, карбонатов и аммиака.

К следующему растворителю переходят, если вещество не растворяется в предыдущем.

Вначале пробуют растворить исследуемое вещество при комнатной температуре, затем при нагревании.

По ходу подбора растворителя делают соответствующие выводы о возможном составе образца. Так, полная растворимость в воде свидетельствует об отсутствии карбонатов, сульфатов, фосфатов катионов II-VI аналитических групп. Растворимость в щелочах свидетельствует о наличии катиона IV группы либо свинца; растворимость в растворе аммиака - катиона VI группы либо цинка.

2.1. Растворение в воде. Анализируемое вещество может растворяться в воде полностью или частично. При полной растворимости можно воздержаться от испытаний другими растворителями. Пробу на частичную растворимость проводят следующим образом. Небольшое количество (2-3 мг) вещества встряхивают в пробирке с 1-2 мл воды и центрифугируют. Две-три капли центрифугата выпаривают досуха на предметном стекле. Наличие налета на стекле указывает на частичную растворимость вещества в воде. При частичной растворимости вещества в воде водный раствор необходимо отделить от осадка, а для осадка подобрать подходящий растворитель.

2.2. Растворение в разбавленных кислотах (уксусной, азотной, хлористоводородной). Испытание на растворимость в кислотах проводят, если соль полностью не растворяется в воде. Для этого используют 2-3 мг сухой соли. Следует учитывать, что сульфаты катионов III

группы и свинца не растворяются в указанных выше кислотах. Для их перевода в раствор прибегают к обработке насыщенным раствором натрия или калия карбоната.

2.3. Обработка насыщенным раствором натрия или калия карбоната. Сульфаты катионов III аналитической группы и свинца переводят в раствор путем многократной обработки насыщенным раствором натрия карбоната при нагревании и последующем растворении осадка в 2 М кислоте уксусной.

После перевода образца в раствор приступают к обнаружению катиона (если анализируемая соль двойная - присутствуют два катиона).

3. Обнаружение катиона. Растворяют 0,2-0,3 г вещества в 10 мл выбранного растворителя. Если вещество растворено в дистиллированной воде, проверяют pH раствора, обращают внимание на окраску раствора и делают соответствующие выводы о природе соли.

3.1. Предварительные испытания. Присутствие отдельных катионов (NH_4^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}) определяют дробным методом, используя специфические и характерные реакции.

3.2. Обнаружение катиона по систематическому ходу анализа. По систематическому ходу анализа определяют катионы, учитывая обнаруженные в предварительных испытаниях группы катионов, и дробным методом те катионы, присутствие которых доказано действием групповых реагентов. К ним также относятся катионы I аналитической группы - K^+ и Na^+ . Во избежание ошибок в ходе анализа необходимо добиваться полного разделения групп и отделения отдельных катионов.

4. Обнаружение аниона. В зависимости от присутствующего катиона выбирают соответствующую схему анализа.

4.1. Присутствует только катион первой группы. В этом случае 0,2-0,3 г анализируемой смеси растворяют в 10 мл дистиллированной воды. В полученном растворе определяют анион, используя ранее изученную схему анализа смеси анионов.

4.2. Присутствует катион II-VI групп. В этом случае катион отделяют от аниона способом "содовой вытяжки" или методом ионообменной хроматографии. Предварительно испытывают анализируемую соль на содержание карбонат-иона.

Отделение катиона способом "содовой вытяжки" проводят следующим образом.

К 0,2-0,3 г сухой соли в тигле прибавляют 1 г натрия карбоната, приливают 5 мл дистиллированной воды, перемешивают стеклянной палочкой, нагревают до кипения и кипятят в течение 5 мин, прибавляя воду по мере ее испарения. После этого содержимое тигля переносят в центрифужную пробирку и отделяют раствор ("содовую вытяжку") от осадка. В осадке остаются катионы "тяжелых" металлов, а в раствор переходят анионы.

Большую часть "содовой вытяжки" нейтрализуют 2 М кислотой уксусной для удаления избытка натрия карбоната. Нейтрализацию раствора проводят осторожно, хорошо перемешивая жидкость после прибавления каждой капли кислоты, тщательно избегая избытка ее, так как некоторые анионы (например, нитрит-ионы) могут быть потеряны.

Нейтрализованную кислотой уксусной "содовую вытяжку" используют для обнаружения анионов.

3) Подготовить отчет по лабораторной работе, записать полученные результаты в таблицу 1

Таблица 1 – Контроль практических навыков проведения анализа неизвестного неорганического вещества. Анализируемая проба №__

№	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдения

4) Форма отчета по лабораторной работе

Название лабораторного занятия и вариант

Цель и задачи
Теоретическая часть
Исходные данные
Ход анализа
Результаты расчета и выводы по работе
Ответы на контрольные вопросы

Критерии оценки:

12 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все поставленные ему вопросы.

11 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил на все наводящие вопросы преподавателя.

10 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок ответил на один из поставленных преподавателем вопросов.

9 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. С трудом ответил на наводящие вопросы преподавателя.

8 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Ответил только на один вопрос.

7 баллов – студент выполнил работу в полном объеме, без ошибок. Не ответил ни на один вопрос.

6 баллов – студент выполнил работу менее чем на 50 %. Ответил на все поставленные ему вопросы.

5 баллов – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил одну ошибку. Ответил только на один вопрос.

4 балла – студент выполнил работу в полном объеме. Допустил более 2 ошибок. Ответил на все вопросы.

3 балла – студент выполнил работу менее чем на 50%. Ответил на все наводящие вопрос.

2 балла – студент выполнил работу. Допустил более 2 ошибок. Ответил только на один вопрос.

1 балл – студент выполнил работу менее чем на 50%, не ответил ни на один вопрос.

0 баллов – студент не выполнил практическую работу.

Темы письменных работ

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

7.3.Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 4

№ п/п	Вопросы
1	Особенности физико-химических методов анализа
2	Виды анализа: недекструктивный и локальный анализ
3	Аналитический анализ
4	Основные физико-химические методы анализа, применяемые при контроле объектов окружающей среды
5	Метод градуировочного графика
6	Метод добавок
7	Единицы количества вещества и способы выражения концентраций
8	Метрологические и аналитические характеристики методов: чувствительность, избирательность, точность анализа, экспрессивность, стоимость
9	Погрешности химического анализа. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Предел обнаружения
10	Отбор пробы. Средняя проба. Генеральная, лабораторная, анализируемая проба
11	Отбор пробы газов. Отбор пробы жидкостей. Отбор пробы твердых веществ. потери и загрязнения при пробоотборе
12	Хранение пробы. Подготовка пробы к анализу. Высушивание образцов. Разложение образцов. Переведение пробы в раствор. Растворение. Сплавление. Спекание
13	Абсорбционная спектроскопия. Основной закон светопоглощения
14	Спектры поглощения. Происхождение спектров поглощения. Вращательные спектры. Колебательные спектры
15	Основные узлы приборов абсорбционной спектроскопии. Фотоколориметрия. Качественный анализ. Количественный анализ
16	Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Теоретические основы метода.
17	Схема атомно-абсорбционного спектрофотометра. Количественные определения. Практическое применение
18	Люминесцентный анализ. Спектры люминесценции
19	Схема прибора для люминесцентного анализа. Качественный и количественный анализ
20	ИК- и КР-спектроскопия. Колебания молекул. Характеристическая частота
21	Спектры ИК и комбинационного рассеяния
22	Приборы и методика регистрации ИК-спектров и спектров КР
23	Идентификация и структурно-групповой анализ. Количественный анализ
24	Электрохимическая ячейка. Электродный потенциал, электрод
25	Классификация электрохимических методов
26	Равновесные электрохимические системы
27	Потенциометрия. Индикаторные электроды и электроды сравнения
28	Характеристики электродов
29	Потенциометрическое титрование

30	Потенциометры. Применение потенциометрии
31	Неравновесные электрохимические системы. Причины поляризации
32	Кривая "ток-потенциал". Схема полярографической установки
33	Прямая полярография.
34	Дифференциальная полярография
35	Инверсионная вольтамперометрия
36	Общая теория хроматографии. Виды изотерм
37	Теория теоретических тарелок
38	Кинетическая теория хроматографии
39	Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, способу проведения анализа (фронтальная, вытеснительная, элюэнтная), по типу неподвижной фазы (колоночная, бумажная, тонкослойная)
40	Колоночная хроматография. Параметры удерживания
41	Газовая хроматография
42	Жидкостная хроматография
43	Плосткостная хроматография
44	Анализ конкретных объектов. Задачи и планирование анализа. Геологические объекты
45	Анализ конкретных объектов. Объекты окружающей среды. Воздух. Природные и сточные воды. Анализ почв
46	Анализ конкретных объектов. Органические и биологические объекты
47	Требования к сосудам для отбора проб воды, почвы и воздуха.
48	Основные приемы улавливания примесей из воздуха для последующего анализа
49	Консервация проб
50	Показатели и характеристики воды

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Экзамен (тестирование)	«отлично»	Студент набрал 80-100 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«хорошо»	Студент набрал 60-79 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«удовлетворительно»	Студент набрал 40-59 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.
		«неудовлетворительно»	Студент набрал 0-39 баллов по итогу изучения дисциплины в семестре.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Березина Н.М., Чернявская Н.В., Базанов М.И., Черников В.В.	Химические методы анализа (количественный анализ)	учебно-методическое пособие	2017	ЭБС «Лань»
2	Короткая Е.В., Беляева О.В.	Химические методы анализа	лабораторный практикум	2017	ЭБС «Лань»
3	Белкина Е.И., Орехова С.М.	Физико-химические методы анализа	учебно-методическое пособие	2016	ЭБС «Лань»
4	Шачнева Е.Ю.	Водоподготовка и химия воды	учебно-методическое пособие	2020	ЭБС «Лань»
5	Другов Ю. С., Родин А. А.	Анализ загрязненной почвы и опасных отходов	практическое руководство	2020	ЭБС «Лань»
6	Тарасенко Е.В.	Физико-химический анализ почв	лабораторный практикум	2017	ЭБС «Лань»
7	Другов Ю. С., Родин А. А.	Газохроматографический анализ загрязненного воздуха	практическое руководство	2020	ЭБС «Лань»
8	Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А.	Аналитическая химия	учебник	2019	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А.	Аналитическая химия	учебник	2019	ЭБС «Лань»
2	Яцков И.Б.	Экологические основы природопользования	учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
3	Денисов В.В., Денисова И.А., Дрововозова Т.И., Москаленко А.П.	Основы природопользования и энергоресурсосбережения	учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– **American Journal of Engineering and Applied Sciences.** Рецензируемый журнал - публикует результаты исследований в области инженерных наук (прикладная физика и прикладная математика, автоматизация и управление, химическая технология, компьютерная техника, информатику, инженерные данные и разработка программного обеспечения, экологическая инженерия, электротехника, промышленная инженерия, информационные технологии и информатика, материаловедение, измерение и метрология, машиностроение, медицинская физика, энергетика, обработка сигналов и телекоммуникации: <http://thescipub.com/journals/ajeas>

– **Philosophical Transactions.** Журнал предоставляет свободный доступ к научным публикациям по следующим темам: инженерные, физические, математические науки: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/>

– **Journal of Engineering and Applied Sciences (Medwell Journals).** Журнал представляет статьи с результатами научных исследований в области инженерных наук (математика, электротехника, машиностроение, энергетика, автомобилестроение, биохимическая инженерия, строительная инженерия и т.д.): <http://www.medwelljournals.com/archive.php?jid=1816-949x>

– **DOAJ.** Ресурс, который обеспечивает доступ к полнотекстовым электронным журналам предназначен для поиска по названию статьи (журнала) или по теме. DOAJ ставит целью всестороннее освещение научной периодики, находящейся в открытом доступе и использующей определенные меры, гарантирующие достойное качество их содержания: <https://doaj.org/>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия, бессрочный; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия, бессрочный

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Экоаналитика и химический мониторинг окружающей среды" (А-410)	Шкаф для реактивов, шкаф с открытым верхом, стол преподавателя, столы письменные, доска магнитно-маркерная, столы ученические, стулья ученические, сплит-система, стол островной, водоотводы с раковинами для обратного холодильника-, тумбы-

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
		мойки со столешницами и сушилками, табуреты лабораторные, стол лабораторный, стол с верхними полками, стол для весов, шкафы вытяжные, тумба мойка со столешницей, холодильник, шкафы вытяжные, проектор, микровесы лабораторные, ионизатор, автостерилизатор, аспиратор, термостат, шумомер, система пробоотборная СП-2. мешалка магнитная, баня шестиместная, весы, термометр.
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-419)	Столы ученические трехместные (моноблок) ., моноблоки двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра
3	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)	Столы ученические , столы компьютерные, стулья. доска передвижная, проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, ПК-7 , стенд информационный п/а467.
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры