

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

Б1.В.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая химия (спец.курс)

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

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

направленность (профиль)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: дистанционная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	8,35	8,35
Самостоятельная работа	163	163
Контроль	8,65	8,65
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.х.н. Григорьева О.Б.

(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 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Химическая технология и ресурсосбережение»

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

М.В. Кравцова
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии

(протокол заседания № 3 от «19» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование понимания теоретических основ и общей методологии получения информации о составе и природе вещества.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Высшая математика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Аналитическая химия», «Аналитический контроль качества сырья и продукции», «Физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг», «Экологическая экспертиза», «Экологический производственный контроль», «Хроматографические методы анализа», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3. Способность использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред		Знать: – информацию по теории и практике химического анализа из источников за предыдущие 3-5 лет по соответствующей теме выполняемой работы; – статистические методы обработки результатов научных исследований;
		Уметь: – работать с учебной, научной и технической литературой – обрабатывать результаты эксперимента с применением стандартных компьютерных программ
		Владеть: – компьютерной техникой – программами обработки экспериментальных данных
ПК-14. Способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-		Знать: – теоретические основы современных аналитических методов и области их применения; – области применения современного лабораторного оборудования.
		Уметь:

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
исследовательской работе		<ul style="list-style-type: none"> - правильно определять аналитическую задачу; — выполнять анализ по соответствующей методике. - анализировать полученные результаты исследований с целью установления выполнения поставленных задач и достижения цели
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> — техникой инструментальных методов анализа — общей методологией получения информации о составе и природе вещества; — компьютерными программами для оформления отчетов и презентаций по полученным результатам

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. Химические методы решения аналитических задач	Лекция 1 (Лек 1)	Химические методы анализа, классификация, информативность методов, области применения. Гибридные методы в техническом анализе сырьевых материалов	3	1	-	-	
	Самостоятельная работа 1 (Ср 1)	Окислительно-восстановительные методы в техническом анализе	3	13	5	-	Промежуточный тест № 1
	Лекция 2 (Лек 2)	Аттестация аналитических лабораторий. Требования, предъявляемые к аттестованным методикам анализа.	3	1	-	-	
	Самостоятельная работа 2 (Ср 2)	Оценка метрологических характеристик результатов анализа, полученных гибридными методами	3	13	5	-	Промежуточный тест № 2
	Самостоятельная работа 3 (Ср 3)	Химические сенсоры. Требования к ним, практическое применение	3	13	5	-	Промежуточный тест № 3
	Лабораторное занятие 1 (Лаб 1)	Определение массовой доли аммиака в солях аммония методом замещения	3	2	7	-	Отчет по лабораторной работе №1

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2. Физико-химические методы решения аналитических задач	Лекция 3 (Лек 3)	Физико-химические методы анализа. Классификация методов. Аналитический сигнал.	3	1	-	-	
	Лекция 4 (Лек 4)	Оптические методы анализа. Теоретические основы атомной спектроскопии. Области практического применения.	3	1	-	-	
	Самостоятельная работа 4 (Ср 4)	Атомно-абсорбционная спектроскопия. Количественный анализ объектов исследования.	3	13	4	-	Промежуточный тест № 4
	Самостоятельная работа 5 (Ср 5)	Атомно-эмиссионная спектроскопия – многоэлементный анализ . Применение в металлургии.	3	13	-	-	
	Самостоятельная работа 6 (Ср 6)	Методы молекулярной оптической спектроскопии. Спектрофотометрическое титрование. Области применения.	3	13	4	-	Промежуточный тест № 5
	Самостоятельная работа 7 (Ср 7)	Оптические сенсоры, их применение в производственном аналитическом контроле качества сырья, продукции, в контроле технологического процесса.	3	13	5	-	Промежуточный тест № 6

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Самостоятельная работа 8 (Ср 8)	Гибридные методы анализа: ВЭЖХ - УФ-спектроскопия. ИКС - тонкослойная хроматография.	3	13	-	-	
	Самостоятельная работа 9 (Ср 9)	Ядерно-магнитный резонанс. Теоретические основы. Области применения	3	13	-	-	
	Лабораторное занятие 2 (Лаб2)	Определение содержания Fe^{2+} в соли Мора методом перманганатометрии	3	2	7	-	Отчет по лабораторной работе №2
	Самостоятельная работа 10 (Ср 10)	Масс – спектрометрия. Структурный анализ. Рентгено-флуоресцентный анализ.	3	13	-	-	
	Самостоятельная работа 11 (Ср 11)	Электрохимические методы анализа. Классификация. Гибридные методы в техническом анализе Электрохимические сенсоры	3	13	5	-	Промежуточный тест № 7
	Самостоятельная работа 12 (Ср 12)	Проработка тем лекционных занятий, работа с учебной литературой, подготовка к отчетам по лабораторным работам, ИДЗ, тестам, экзамену	3	18	13	-	Практическое задание
	Промежуточная аттестация (ПА)	Промежуточная аттестация	3	0,35	-	-	
	Контроль	контроль	3	8,65	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Тест итоговый	Итоговое тестирование	3	2	40	-	Тестовые вопросы
Итого:				180	100		

Схема расчета итогового балла «(Сумма + Т)» - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + сумма баллов по всем промежуточным тестам по курсу.

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используется сетевая технология - изучение курса посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Модуль 1

Химические методы решения аналитических задач

Темы лекционных занятий: Химические методы анализа, классификация, информативность методов, области применения. Окислительно-восстановительные методы в техническом анализе. Гибридные методы в техническом анализе сырьевых материалов (неорганические вещества). Гибридные методы в техническом анализе сырьевых материалов (органические вещества). Аттестация аналитических лабораторий. Требования, предъявляемые к аттестованным методикам анализа. Оценка метрологических характеристик результатов анализа, полученных гибридными методами. Химические сенсоры. Требования к ним, практическое применение.

Темы лабораторных работ: Приготовление водных растворов реагентов, необходимых для выполнения экспериментальной части. Определение содержания серной кислоты в концентрированном растворе кислотным и окислительно-восстановительным титрованием. Анализ монетных сплавов. Определение содержания Fe – Ni – Cu (Pb, Ag, Sn).

Изучив данный модуль студент должен: сформировать представление о состоянии современного химического анализа в решении задач технического контроля

Знать: возможности и ограничения химических методов анализа неорганических и органических объектов

Уметь: подбирать и реализовывать методики химического анализа различных объектов, подбирать оптимальные условия химического определения компонентов

Владеть: методами химического анализа, способами оценки погрешностей результатов измерения

Методические рекомендации по изучению темы:

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей

- Сформировать понимание возможностей химических методов анализа различных технических объектов

- Ответить на контрольные вопросы:

Сформулируйте цели и задачи аналитической химии. Поясните, что собой представляет аналитический цикл, на каком этапе исследования он разрабатывается?

В чем состоит информативность метода анализа? Приведите примеры.

Что включает в себя общая методология решения аналитических задач?

Поясните, в чем суть аналитического подхода для решения аналитической задачи?

Стандарты для процедур и измерений в аналитической лаборатории.

Обозначьте будущие пути развития аналитической химии.

Аналитические характеристики. Предел обнаружения вещества. Предельное разбавления

Дайте определение абсолютной и относительной, случайной и систематической ошибкам.

Поясните на примерах, что характеризует правильность и воспроизводимость измерений.

Назовите способы осуществления титриметрических методов анализа и запишите расчетные формулы для обработки результатов эксперимента

Фиксирование КТТ в кислотно-основном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.

Охарактеризуйте индикаторные ошибки в кислотно – основном титровании, их количественную величину?

Фиксирование КТТ в окислительно - восстановительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.

Фиксирование КТТ в комплексонометрическом титровании, принцип действия металлоиндикаторов.

Фиксирование КТТ в осадительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.

Рассмотрите расчетные формулы в титриметрии при прямом, обратном титровании и при титровании по замещению.

Метрологические характеристики химического анализа. Регрессивный анализ. Определение параметров линейных уравнений.

Расчет линейного градуировочного графика $y = bx$.

Расчет линейного градуировочного графика $y = a + bx$. Оценка значимости коэффициента a .

Сравнение двух средних. Критерий Фишера

Определение наличия грубых промахов при анализе экспериментальных данных.

Модуль 2

Физико-химические методы решения аналитических задач

Темы лекционных занятий: Физико-химические методы анализа. Классификация методов. Аналитический сигнал. Оптические методы анализа. Теоретические основы атомной спектроскопии. Области практического применения. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Количественный анализ объектов исследования. Атомно-эмиссионная спектроскопия – многоэлементный анализ. Применение в металлургии. Методы молекулярной оптической спектроскопии. Спектрофотометрическое титрование. Области применения. Оптические сенсоры, их применение в производственном аналитическом контроле качества сырья, продукции, в контроле технологического процесса. Гибридные методы анализа: ВЭЖХ - УФ-спектроскопия. ИКС - тонкослойная хроматография. Ядерно-магнитный резонанс. Теоретические основы. Области применения. Масс – спектрометрия. Структурный анализ. Рентгено-флуоресцентный анализ. Электрохимические методы анализа. Классификация. Гибридные методы в техническом анализе Электрохимические сенсоры

Темы лабораторных занятий: Потенциометрический метод анализа. Определение кислот, оснований, солей в водных растворах прямой потенциометрией и титрованием. Экспертиза лекарственного препарата на соответствие по качественному и количественному составу. Сравнительная характеристика двух методов качественного и количественного анализа объекта. Спектрофотометрическое титрование объекта на содержание основного компонента. ИК – и УФ - спектроскопии в идентификации вещества.

По темам модуля предусмотрен тест и практическое задание по теме «Инструментальные методы анализа»

Изучив данный модуль студент должен: сформировать представление о состоянии современного физико-химического анализа в решении задач технического контроля

Знать: возможности и ограничения физико-химических методов анализа неорганических и органических объектов

Уметь: подбирать и реализовывать методики физико-химического анализа различных объектов, подбирать оптимальные условия определения компонентов

Владеть: методами физико-химического анализа, способами оценки погрешностей результатов измерения

Методические рекомендации по изучению темы:

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей

- Сформировать понимание возможностей химических методов анализа различных технических объектов

- Ответить на контрольные вопросы:

Какие бывают атомные спектры? Какие вы знаете источники возбуждения?

Интенсивность спектральных линий. Уравнение Ломакина - Шайбе.

Что такое методы трех эталонов, одного эталона? Как их применяют в количественном анализе. Поясните на примерах.

В чем сущность колориметрического, фотометрического и спектрофотометрического методов анализа?

Назовите основные узлы приборов для анализа по светопоглощению. Каково назначения каждого из этих узлов?

Назвать особенности спектрофотометрии в ультрафиолетовой области спектра.

Закон Ламберта – Бугера – Бера. Ограничения и условия применимости закона

Применение метода градуировочного графика и метода добавок в количественном анализе.

Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ($A - V$) и приведите пример для случая, когда определяемый компонент и титрант не поглощают, а продукт реакции поглощает, когда определяемый компонент поглощает, а титрант и продукт реакции не поглощают, когда определяемый компонент и продукт реакции не поглощают, а титрант поглощает, когда определяемый компонент и титрант поглощают, а продукт реакции не поглощает свет.

На чем основан качественный анализ по поглощению в инфракрасной области спектра?

Что такое функциональные группы? Как проводят идентификацию функциональных групп с помощью ИК-спектра?

Кондуктометрический анализ. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость, их взаимосвязь.

Укажите, какие факторы влияют на электрическую проводимость.

Укажите достоинства и недостатки применения прямой кондуктометрии.

Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильной и слабой кислот при совместном присутствии сильным основанием? Укажите, при каком условии кислоты будут титроваться дифференцированно?. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильного и слабого оснований при

совместном присутствии сильной кислотой? Укажите, при каком условии компоненты будут титроваться дифференцированно? Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу осаждения? Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу комплексонометрии?

Потенциометрические методы анализа. Приведите принципиальную схему установки для потенциометрического титрования.

Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды, поясните принцип их устройства. Приведите примеры применения ионоселективных электродов в количественном анализе.

Укажите индикаторные электроды, которые используют при потенциометрическом титрования с использованием реакций кислотно-основного взаимодействия, с использованием реакций комплексообразования, с использованием реакций окисления – восстановления.

Каким образом определяют доверительный интервал среднего значения найденной величины, что он характеризует и как используется для обнаружения систематической ошибки метода?

Что характеризует коэффициент Стьюдента t_f ? От каких факторов зависит величина t – коэффициента?

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-3	Отчеты по лабораторным работам 1, 2 Вопросы к экзамену 1-56 Практическое задание Тесты
3	ПК-14	Отчеты по лабораторным работам 1, 2 Вопросы к экзамену 1-56 Практическое задание Тесты

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

7.2.1. Практическое задание по теме «Инструментальные методы анализа»

Типовой пример заданий

Вариант 1.

1. *Абсорбционная спектроскопия.* Определить оптическую плотность растворов, коэффициент пропускания которых равен а) 78,5%; б) 0,087.

2. *Атомно-абсорбционный анализ.* Животную ткань массой 0,18 г сожгли в муфельной печи, к остатку, растворенному в HCl добавили раствор соли лантана до 6,00 мл (устранение влияния ионов PO_4^{3-}). Отобрали четыре аликвоты равного объема, к трем из которых добавили стандартный раствор соли кальция. Концентрации добавок составили 2,0; 4,0 и 8,0 мкг/мл Са. Определите концентрацию кальция в мг на кг животной ткани графическим способом по методу добавок, если получены следующие значения оптической плотности: $A_{x/2} = 0,050$; $A_{(x+c1)/2} = 0,116$; $A_{(x+c2)/2} = 0,185$; $A_{(x+c3)/2} = 0,320$.

3. *Кондуктометрия.* При определении содержания кислорода в органических соединениях, его количественно переводят в углекислый газ, который затем поглощается раствором щелочи, находящимся в электролитической ячейке. О содержании углекислого газа (а значит и кислорода) судят по уменьшению электрической проводимости раствора щелочи. Для стандартных растворов с известным содержанием кислорода уменьшение проводимости составило:

m_{O_2} в образце, мкг200	400	600	800	1000
$\Delta\kappa \cdot 10^6$, См.....	80	150	220	285	355

Методом абсолютной градуировки определите процентное содержание кислорода в образце соединения массой 2,299, если для него уменьшение проводимости составило $300 \cdot 10^6$ См.

4. *Потенциометрия.* Постройте интегральную и дифференциальную кривые титрования 10,00 мл раствора уксусной кислоты раствором 0,1000 М КОН по следующим результатам титрования:

	$V_{\text{кон}}$, мл ...10,00	13,00	14,00	14,50	14,90	15,00	15,10	15,50
16,00	pH.....5,05	5,56	5,88	6,19	6,92	8,82	10,59	11,29
11,58								

Определите молярную концентрацию раствора уксусной кислоты.

5. *Полярография и амперометрия.* Начертите поляризационную кривую и охарактеризуйте ее отдельные участки. Приведите уравнение полярографической волны. Используя справочные данные, предложите подходящие условия (потенциал, фоновый электролит) для полярографического определения компонентов смеси Ni^{2+} и Zn^{2+} .

Критерии оценки:

За задание можно заработать 13 баллов. Первые 4 задачи оцениваются максимум по 3 балла, за пятое задание можно заработать 1 балл.

7.2.2. Типовые задания промежуточного тестирования СДО Росдистант

Промежуточный тест № 1

Аналитический сигнал – это величина, функционально связанная

Выберите один ответ:

- объемом определяемого компонента
- цветом определяемого компонента
- содержанием определяемого компонента
- температурой определяемого компонента

Преимуществами инструментальных методов анализа по сравнению с классическими химическими являются

Выберите один или несколько ответов:

- высокая чувствительность
- низкий предел обнаружения
- малая предельная определяемая концентрация
- высокая избирательность

Для сравнения двух методов по воспроизводимости используют

- Выберите один ответ:
- критерий Фишера
- критерий Стьюдента
- метод Фаянса
- функцию Госсета

Критерии оценки: В тесте 22 вопроса, которые суммарно оцениваются в 4 балла

Полный сборник тестов по курсу «Аналитическая химия (спец.курс)» - <https://edu.rosdistant.ru/mod/quiz/view.php?id=51959>

7.2.3. Отчеты по лабораторным работам

Лабораторная работа 1 «Определение массовой доли аммиака в солях аммония методом замещения»

Цель работы: освоить методику выполнения титриметрического анализа, определить массовую долю аммиака в соли аммония методом заместительного титрования.

Порядок запуска ВЛР:

1. Получите доступ к виртуальному рабочему столу. Инструкция по доступу прилагается к заданию в курсе.
2. Откройте на виртуальном рабочем столе папку «**Лабораторные работы**», выберите папку «ВЛК «Аналитическая химия»», в ней – папку «2. Определение массовой доли аммиака в солях аммония». Откройте ее.
3. Запустите двойным щелчком файл **Лабораторная установка**, откроется окно ВЛР (рис. 1.1), основными элементами которого являются:
 - информационная панель с тремя вкладками и кнопкой сворачивания;
 - этапы лабораторной работы (0–4);
 - лабораторная установка.

Информационная панель состоит из трех вкладок (в верхней части панели):

- информация о программе;
- порядок работы с установкой;
- методические указания.

Значок сворачивания информационной панели

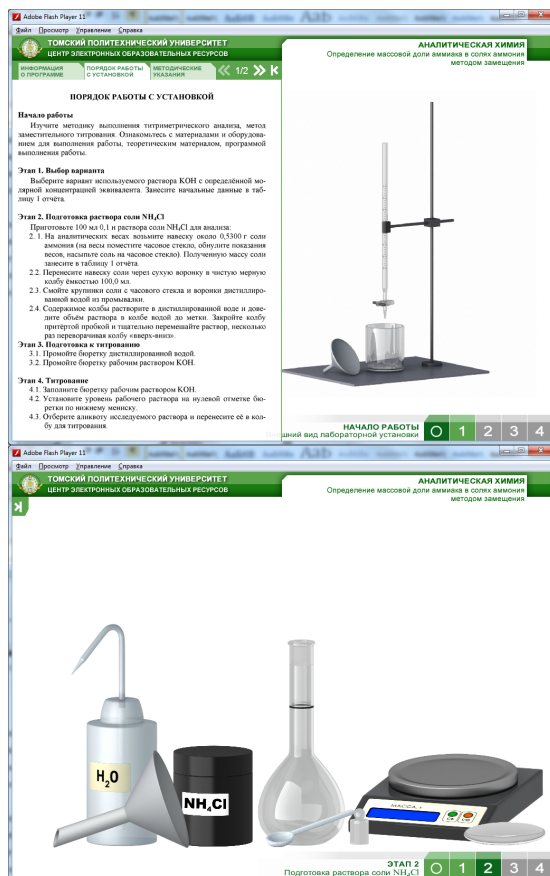


Рис. 1.1. Интерфейс ВЛР

Вкладка «**Порядок работы с установкой**» содержит описание всех четырех этапов ВЛР. Переключение между этапами производится с помощью блока пронумерованных

кнопок, расположенных в правом нижнем углу окна программы. Недоступные этапы обозначены серым цветом, доступные – светло-зеленым цветом, активный этап – темно-зеленым цветом.

Управление *Лабораторной установкой* производится при помощи мыши. Все активные элементы лабораторной установки подсвечены цветными маркерами. Чтобы развернуть на все поле окно *Лабораторной установки*, надо нажать на *Значок сворачивания информационной панели* (см. рис. 1.1, 1.2). Повторное нажатие вернет информационную панель на место.



а)

б)

Рис. 1.2. Окно ВЛР:

а – с развернутой информационной панелью; б – со свернутой информационной панелью

Материалы и оборудование для выполнения работы

1. Весы аналитические.
2. Штатив.
3. Бюретка.
4. Промывалка.
5. Колба мерная с притертой пробкой.
6. Колба для титрования коническая.
7. Пипетка капельная.
8. Пипетка неградуированная.
9. Стакан химический.
10. Воронка.
11. Цилиндр мерный.
12. Вода дистиллированная.
13. Исследуемая соль аммония.
14. Рабочий раствор КОН.

15. Раствор формалина, 40%-ый.
16. Индикаторы: ализариновый желтый, фенолфталеин, метилоранж, тропеолин.

Методические рекомендации:

1. Изучите следующие разделы виртуальной лабораторной работы:
 - информация о программе;
 - методические указания;
 - порядок выполнения работы.

Не забывайте использовать значки >> и << в верхней части информационной панели, так как не весь текст уместится в окне для прочтения.

2. В соответствии с разделом «Порядок работы с установкой» произведите все манипуляции на виртуальной лабораторной установке (этапы 0–4). Все активные элементы лабораторной установки в нужный момент в качестве подсказки подсвечены цветными маркерами при наведении на них курсора мыши.

3. Внести начальные данные в табл. 1.1 в Бланке выполнения лабораторной работы.

4. Результаты измерений скопировать и занести в табл. 1.2 в Бланке.

5. Используя уравнения 1–4 в Бланке выполнения лабораторной работы, рассчитать среднее значение объема израсходованного титранта ($\bar{V}(\text{KOH})$, мл), массу хлорида аммония (m , г), массовую долю аммиака $\omega(\text{NH}_3)$, %, относительную погрешность результата определения ($\epsilon_{\text{отн}}$, %). Результаты расчетов занести в табл. 1.2.

6. Ответить на контрольные вопросы.

7. Оформите отчет на Бланке выполнения лабораторной работы и прикрепите его в курс для проверки.

Лабораторная работа 2 «Определение содержания Fe^{2+} в соли Мора методом перманганатометрии»

Цель работы: определить содержание Fe^{2+} в растворе соли Мора методом перманганатометрии, оценить случайную погрешность определения.

Порядок запуска ВЛР:

1. Получите доступ к виртуальному рабочему столу. Инструкция по доступу прилагается к заданию в курсе.

2. Откройте на виртуальном рабочем столе папку «**Лабораторные работы**», выберите папку «ВЛК «Аналитическая химия»», в ней – папку «3. Определение содержания $\text{Fe}(\text{II})$ в соли Мора». Откройте ее.

3. Запустите двойным щелчком файл **Лабораторная установка**, откроется окно ВЛР (рис. 2.1), основными элементами которого являются:

- информационная панель с тремя вкладками и кнопкой сворачивания;
- этапы лабораторной работы (0–4);
- лабораторная установка.

Информационная панель состоит из трех вкладок (в верхней части панели):

- информация о программе;
- порядок работы с установкой;
- методические указания.

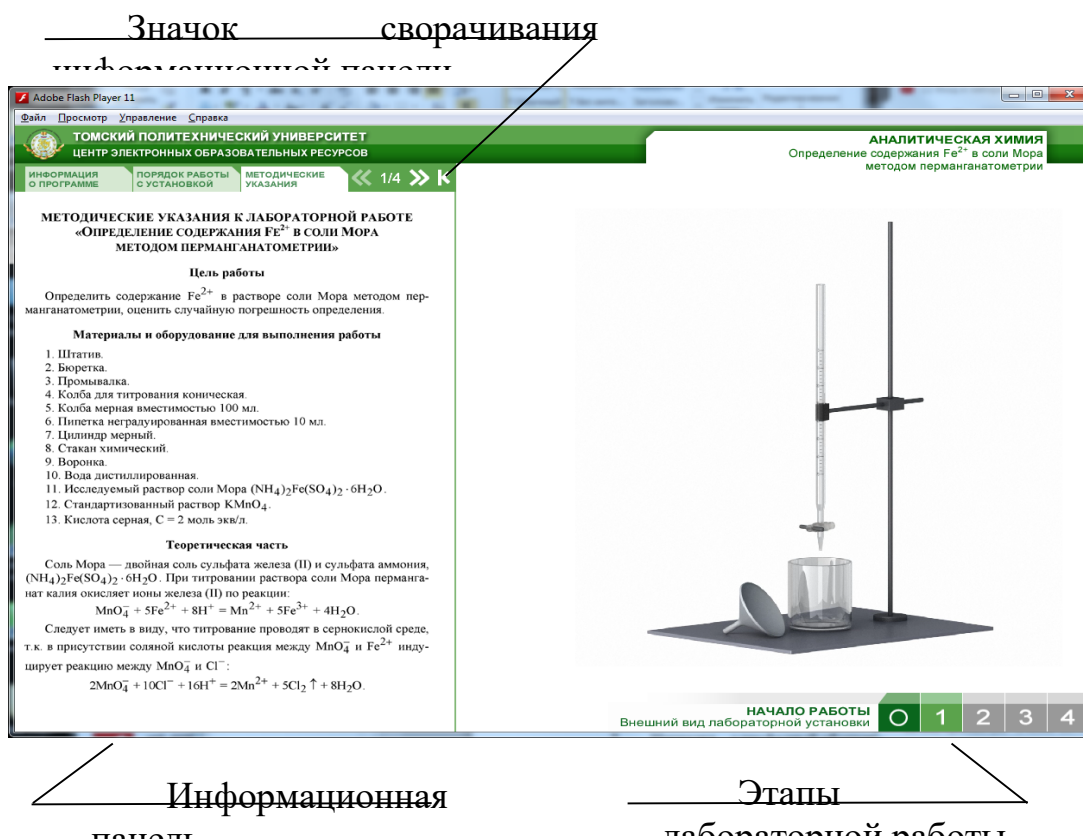


Рис. 2.1. Интерфейс ВЛР

Вкладка «*Порядок работы с установкой*» содержит описание всех четырех этапов ВЛР. Переключение между этапами производится с помощью блока пронумерованных кнопок, расположенных в правом нижнем углу окна программы. Недоступные этапы обозначены серым цветом, доступные – светло-зеленым цветом, активный этап – темно-зеленым цветом.

Управление *Лабораторной установкой* производится при помощи мыши. Все активные элементы лабораторной установки подсвечены цветными маркерами. Чтобы развернуть на все поле окно *Лабораторной установки*, надо нажать на *Значок сворачивания информационной панели* (см. рис. 2.1, 2.2). Повторное нажатие вернет информационную панель на место.

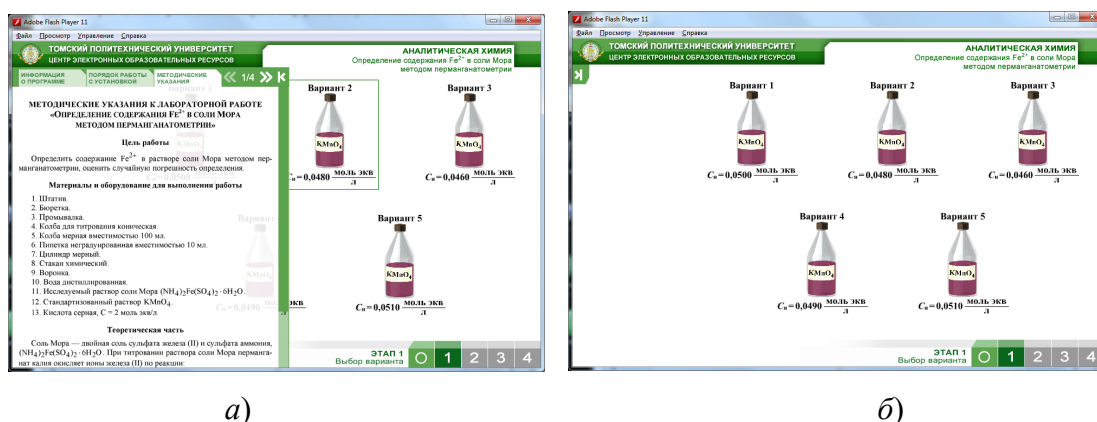


Рис. 2.2. Окно ВЛР:

а – с развернутой информационной панелью; б – со свернутой информационной панелью

Материалы и оборудование для выполнения работы

1. Штатив.
2. Бюретка.
3. Промывалка.
4. Колба для титрования коническая.
5. Колба мерная вместимостью 100 мл.
6. Пипетка неградуированная вместимостью 10 мл.
7. Цилиндр мерный.
8. Стакан химический.
9. Воронка.
10. Вода дистиллированная.
11. Исследуемый раствор соли Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
12. Стандартизованный раствор KMnO_4 .
13. Кислота серная, $C = 2$ моль экв/л.

Методические рекомендации:

1. Изучите следующие разделы виртуальной лабораторной работы:
 - информация о программе;
 - методические указания;
 - порядок выполнения работы.

Не забывайте использовать значки \gg и \ll в верхней части информационной панели, так как не весь текст умещается в окне для прочтения.

2. В соответствии с разделом «Порядок работы с установкой» произведите все манипуляции на виртуальной лабораторной установке (этапы 0–4). Все активные элементы лабораторной установки в нужный момент в качестве подсказки подсвечены цветными маркерами при наведении на них курсора.

3. Внесите начальные данные в табл. 2.1 в Бланке выполнения лабораторной работы.

4. Результаты измерений скопируйте и занесите в табл. 2.2 в Бланке.

5. Используя уравнения (2.1), (2.2), рассчитать по результатам каждого из параллельных определений массу Fe^{2+} (m , г), среднее арифметическое значение массы $\bar{m}(\text{Fe}^{2+})$, г. Результаты расчетов занесите в табл. 2.2.

6. Для оценки воспроизводимости полученных результатов обработать их методом математической статистики. Используя уравнения (2.3), (2.4), (2.5), рассчитать стандартное отклонение среднего арифметического $S_{\bar{m}}$, абсолютное отклонение ε , относительную погрешность результата определения (ε , %). Результаты расчетов занести в табл. 2.3.

7. Результат определения представить в виде доверительного интервала $(\bar{m} \pm \varepsilon)$, г.

Таблица 2.3

Пример расчета

№ п.п.	m_i	\bar{m}	$\bar{m} - m_i$	$(\bar{m} - m_i)^2$	$S_{\bar{m}}$	ε	$(\bar{m} \pm \varepsilon)$
1	0,2032	0.2123	0.0091	$0.83 \cdot 10^{-4}$	$0.44 \cdot 10^{-2}$	0.0140	(0.2123 ± 0.0140)
2	0,2240		- 0.0117	$1.37 \cdot 10^{-4}$			
3	0,2135		- 0.0012	$0.01 \cdot 10^{-4}$			
4	0,2085		0.0038	$0.14 \cdot 10^{-4}$			
Σ	0,8492			$2.35 \cdot 10^{-4}$			

$$S_{\bar{m}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{m} - m_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{2,35 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 3}} = 0.44 \cdot 10^{-2} \text{ г.}$$

$$t_{0.95;3} = 3,18$$

$$\varepsilon = t_{0.95;n-1} \cdot S_{\bar{m}} = 3,18 \cdot 0.44 \cdot 10^{-2} = 0.0140 \text{ г.}$$

Доверительный интервал

$$(\bar{m} \pm \varepsilon) = (0.2123 \pm 0.0140) \text{ г.}$$

Критерии оценки:

За каждую лабораторную работу можно получить по 7 баллов. 2 балла ставится за общее оформление работы, по 5-балльной системе оценивается расчет по работе и ответы на контрольные вопросы.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Сформулируйте цели и задачи аналитической химии. Поясните, что собой представляет аналитический цикл, на каком этапе исследования он разрабатывается?
2.	В чем состоит информативность метода анализа? Приведите примеры.
3.	Что включает в себя общая методология решения аналитических задач?
4.	Поясните, в чем суть аналитического подхода для решения аналитической задачи?
5.	Стандарты для процедур и измерений в аналитической лаборатории.
6.	Обозначьте будущие пути развития аналитической химии.
7.	Аналитические характеристики. Предел обнаружения вещества. Предельное разбавления
8.	Дайте определение абсолютной и относительной, случайной и систематической ошибкам.
9.	Поясните на примерах, что характеризует правильность и воспроизводимость измерений.
10.	Назовите способы осуществления титриметрических методов анализа и запишите расчетные формулы для обработки результатов эксперимента..
11.	Фиксирование КТТ в кислотно—основном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
12.	Охарактеризуйте индикаторные ошибки в кислотно – основном титровании, их количественную величину?
13.	Фиксирование КТТ в окислительно - восстановительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
14.	Фиксирование КТТ в комплексонометрическом титровании, принцип действия металлоиндикаторов.
15.	Фиксирование КТТ в осадительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
16.	Рассмотрите расчетные формулы в титриметрии при прямом, обратном титровании и . при титровании по замещению.
17.	Метрологические характеристики химического анализа. Регрессивный анализ. Определение параметров линейных уравнений.
18.	Расчет линейного градуировочного графика $y=bx$.
19.	Расчет линейного градуировочного графика $y=a + bx$. Оценка значимости коэффициента a .
20.	Сравнение двух средних. Критерий Фишера
21.	Определение наличия грубых промахов при анализе экспериментальных данных.
22.	Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Атомные спектры. Источники возбуждения.
23.	Количественный анализ. Интенсивность спектральных линий. Уравнение Ломакина - Шайбе.
24.	Методы трех эталонов, одного эталона, их применение в количественном анализе. Поясните на примерах.
25.	Абсорбционная спектроскопия. В чем сущность колориметрического,

№ п/п	Вопросы к экзамену
	фотометрического и спектрофотометрического методов анализа?
26.	Назовите основные узлы приборов для анализа по светопоглощению. Каково назначения каждого из этих узлов?
27.	Назвать особенности спектрофотометрии в ультрафиолетовой области спектра.
28.	Качественный и количественный анализ в спектрофотометрическом методе.
29.	Закон Ламберта – Бугера – Бера. Ограничения и условия применимости закона
30.	Спектрофотометрический анализ объектов сложного состава. Рассмотрите на примере определения никеля и железа в стали (можно другие объекты)
31.	Применение метода градуировочного графика и метода добавок в количественном анализе.
32.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ($A - V$) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и титрант не поглощают, а продукт реакции поглощает.
33.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ($A - V$) и привести пример для случая, когда определяемый компонент поглощает, а титрант и продукт реакции не поглощают.
34.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ($A - V$) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и продукт реакции не поглощают, а титрант поглощает.
35.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ($A - V$) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и титрант поглощают, а продукт реакции не поглощает свет..
36.	ИК-спектроскопия. На чем основан качественный анализ по поглощению в инфракрасной области спектра?
37.	Что такое функциональные группы? Как проводят идентификацию функциональных групп с помощью ИК-спектра?
38.	Кондуктометрический анализ. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость, их взаимосвязь.
39.	Укажите, какие факторы влияют на электрическую проводимость.
40.	Прямая кондуктометрия. Области применения. Укажите достоинства и недостатки применения прямой кондуктометрии.
41.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильной и слабой кислот при совместном присутствии сильным основанием? Укажите, при каком условии кислоты будут титроваться дифференцированно?
42.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильного и слабого оснований при совместном присутствии сильной кислотой? Укажите, при каком условии компоненты будут титроваться дифференцированно?
43.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу осаждения?
44.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу комплексонометрии?
45.	Рассмотрите кривые кондуктометрического титрования для реакций осаждения, если: а) подвижность осаждаемых ионов больше подвижности ионов осадителя; б)

№ п/п	Вопросы к экзамену
	Подвижности осаждаемых ионов и ионов осадителя примерно одинаковы.
46.	Потенциометрические методы анализа. Приведите принципиальную схему установки для потенциометрического титрования.
47.	Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды, поясните принцип их устройства. Приведите примеры применения ионоселективных электродов в количественном анализе.
48.	Применение метода градуировочного графика в прямой потенциометрии. Рассмотрите на конкретном примере.
49.	Потенциометрическое титрование. Расчетные значения координат ТЭ.(Рассмотрите на примере).
50.	Укажите индикаторные электроды, которые используют при потенциометрическом титровании с использованием реакций кислотно-основного взаимодействия.
51.	Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титровании с использованием реакций комплексообразования.
52.	Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титровании с использованием реакций окисления – восстановления.
53.	Рассмотрите кривую потенциометрического титрования раствора иминодиянтарной кислоты стандартным раствором NaOH, если значения $pK_1 = 2,17$; $pK_2 = 3,61$; $pK_3 = 5,10$; $pK_4 = 11,32$.
54.	Каким образом определяют доверительный интервал среднего значения найденной величины, что он характеризует и как используется для обнаружения систематической ошибки метода?
55.	Что характеризует коэффициент Стьюдента $t_{\alpha, f}$? От каких факторов зависит величина t – коэффициента?
56.	Как используется t – критерий для проверки значимости различия двух средних значений и для установления числа параллельных измерений, необходимое для получения среднего результата с заданной точностью?
	Расчетные задачи
1.	Для анализа смесей метанол-вода измерено поглощение стандартных растворов при $\lambda = 1,94 \text{ мкм}$: ω (воды), %..... 26,0 29,0 32,0 37,0 $A_{1,94}$ 0,470 0,500 0,532 0,585 Определить массовую долю воды и метанола в смесях по следующим данным: 1) $A=0,570$; 2) $A=0,540$; 3) $A=0,485$.
2.	Навеску серебряного сплава в 1,75г растворили в азотной кислоте и раствор разбавили водой до 200мл. На титрование 10,00мл раствора потребовалось 11,75мл 0,05М раствора NH_4CNS (поправочный коэффициент $K=0,9344$). Определить массовую долю серебра в образце.
3.	Навеску п-нитробензойной кислоты ($C_7H_5NO_4$) массой 0,0492г растворили в 50,0мл смеси спиртов и 5,00 мл оттитровали 0,0200 М раствором метилата натрия спектрофотометрическим методом. Построить кривую титрования и рассчитать массовую долю кислоты по данным титрования: $V(CH_3CONa)$, мл.... 0,60 0,80 1,00 1,20 1,40 1,60 1,80 A 0,255 0,340 0,420 0,500 0,565 0,555 0,545
4.	Рассчитать процентное содержание марганца в стали методом трех эталонов по следующим данным сравнения спектральных линий марганца ($\lambda=2939,11 \text{ Å}$) и железа ($\lambda=2944,40 \text{ Å}$): CMn (%)..... 0,59 0,74 1,43 x

№ п/п	Вопросы к экзамену
	SMn.....0,896 1,020 1,49 1,105 SFe.....0,764 0,748 0,763 0,760
5.	Спектрофотометрическое определение содержания альдегидов в капролактаме методом добавок.
6.	Какой метод может быть применен для определения циклогексанона? Дайте краткую характеристику метода анализа, приведите расчетную формулу.
7.	Какой метод используют при определении аминного числа? Рассчитайте аминное число продукта аминирования, если на титрование 0,875 г образца смолы пошло 3,65 мл 0,1М раствора хлороводородной кислоты.
8.	Как определяется содержание свободного аммиака в карбамиде? Приведите расчетную формулу.
9.	Запишите расчетную формулу содержания продукта (%) при использовании метода титрования по замещению.
10.	Навеску 0,6383г сплава, содержащего медь, после растворения обработали аммиаком и получили 1000мл окрашенного раствора, оптическая плотность которого при толщине слоя кюветы 2см равна 0,255, $\epsilon = 423 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Определить процентное содержание меди в сплаве.
11.	В образце сплава определили медь гравиметрическим (I) и титриметрическим (II) методами. Получены следующие результаты 12.(%): I - 13,21; 13,11; 13,17; 13,28 и II - 13,40; 13,75; 13,65; 13,58. Можно ли для расчета содержания меди в образце объединить эти данные в одну выборку?
12.	Определяемый минимум. Рассмотрите на примере фотометрического определения карбонильного соединения ().
13.	Кислотное число образца этилацетата составляет 2,3. Какая массовая доля эфира в анализируемом образце, если считать, что других примесей в эфире нет?
14.	Образец бутилового эфира адипиновой кислоты был проанализирован, какое эфирное число должно быть получено, если выход эфира составил 96,5%?
15.	Кислотное число полученного этилацетата 1,15. Каким должно быть эфирное число этого продукта?
16.	Какое количество этилового спирта будет соответствовать 1,00 мл точно 0,1N раствору тиосульфата, если анализ ведут по схеме: спирт → дихромат калия → иод → тиосульфат натрия?
17.	Если бромное число изопропилового спирта равно 0,012, какому %-ному содержанию изопропена оно соответствует.
18.	Содержание метилметакрилата в техническом продукте 93,5%. Чему будет равно эфирное число этого эфира?
19.	Определение содержания метилового спирта в сточных водах
20.	Число ацетилирования бутилового спирта равно 735. Какому содержанию бутанола соответствует это число?
21.	Как определить содержание хлорида натрия и соляной кислоты при совместном присутствии в образце?
22.	Как определить содержание серной и борной кислот при совместном присутствии в образце?
23.	Как определить содержание хлорида натрия и иодида натрия при совместном присутствии в образце?
24.	Как определить содержание хлорида натрия и хлорида калия при совместном присутствии в образце?
25.	Как определить содержание хлорида аммония и аммиака при совместном

№ п/п	Вопросы к экзамену
	присутствии этих соединений в образце?
26.	Как осуществить титрование с целью определения содержания сульфат-иона в минеральной воде?

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	80 – 100 баллов
		«хорошо»	60 – 79 балла
		«удовлетворительно»	40 – 59 баллов
		«неудовлетворительно»	менее 40 баллов

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	Золотов Ю.А	Введение в аналитическую химию. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - М. : Издательство «Лаборатория знаний», 2016. - 266 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/84079 .	Учебное пособие	2016	ЭБС «Лань»
2	Шрайбман Г.Н.	Решение задач по аналитической химии. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / [и др.]. - Электрон. дан. - Кемерово : КемГУ, 2015. - 208 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/69992 .	Учебное пособие	2015	ЭБС «Лань»
3	Нечипоренко А.П.	Практическое руководство к лабораторным работам по физико-химическим методам анализа: хроматографические, электрохимические, спектральные. Теория и практика. Часть I: Учебное пособие. [Электронный ресурс] Электрон. дан. - СПб. : НИУ ИТМО, 2016. - 187 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/91316 - Загл. с экрана.	Учебное пособие	2016	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	Усова С.В., Вершинин В.Я.	Поиск информации при проведении исследований в области аналитической химии (работа с литературой): учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] Электрон. дан. - Омск : ОмГУ, 2014. - 48 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75424	Учебно–методическое пособие	2014	ЭБС «Лань»
2	Валова С.В.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Практикум для бакалавров. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - М. : Дашков и К, 2017. - 200 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/94016	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- **Бутлеровские сообщения.** Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

- **Химия в интересах устойчивого развития.** В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

- **Oriental Journal Of Chemistry.** Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

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 - бессрочно
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

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	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации УЛК-314	Переносной проектор, экран, столы ученические, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), ПК с выходом в сеть Интернет

№ 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
2	<p>Аудитория вебконференций.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>УЛК-810</p>	<p>Экран телевизионный, ширма, прожектор на штативе, стол преподавательский, стул преподавательский, транспарантная перетяжка, системный блок.</p>
3	<p>Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы студентов. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Г-401</p>	<p>Стол ученический-26 шт., стул-26 шт., компьютер с выходом в сеть интернет-16 шт.</p>