

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

**Б.1.О.01**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Современные методы контроля качества продуктов основного органического и  
нефтехимического синтеза

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
18.04.01 Химическая технология

направленность (профиль)

Химия и технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	1	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные	8	8
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	48,35	48,35
Самостоятельная работа	60	60
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>144</b>

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 18.04.01 Химическая технология

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «30» августа 2023 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии

---

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2020 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у магистрантов представлений о современных инструментальных методах контроля качества химических продуктов основного органического и нефтехимического синтеза.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Моделирование технических систем», «Катализ в химической технологии», «Химия и технология элементоорганических соединений».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Дополнительные главы органической химии», «Современные технологии получения мономеров», «Дополнительные главы технологии нефтехимического синтеза», «Производство полимерных композиционных материалов», «Производственная практика (НИР) 1, 2, 3, 4», «Преддипломная практика».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
(УК-1) Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя её составляющие и связи между ними, проектирует процессы по их устранению	Знать: - методы проверки правильности получаемых результатов;
		Уметь: - выявлять ошибки, допущенные в ходе анализа; - выбирать оптимальный метод анализа;
		Владеть: - математическим аппаратом обработки результатов анализа - навыками работы в аналитической лаборатории.
	УК-1.2. Критически оценивает надёжность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	Знать: - информацию о современных методах анализа;
		Уметь: - обобщать информацию о методе анализа из различных источников;
		Владеть: - навыками поиска научно-технической и патентной информации по исследуемой теме.

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.1. Использует теоретические знания и экспериментальные навыки для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и оформления полученных результатов, выбора методик для проведения экспериментов	Знать: - устройство аналитических приборов; - теоретические основы методов и принципы выполнения измерений, предлагаемые аттестованными методиками
		Уметь: - выбирать методы анализа для решения конкретных задач; - подбирать аттестованные методики выполнения измерений в соответствии с решаемой задачей
		Владеть: - навыками работы на аналитических приборах; - методами планирования и оптимизации проведения исследовательских и проектных работ
	ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчётно-теоретических работ химической направленности	Знать: - теоретические основы методов и принципы выполнения измерений, предлагаемые аттестованными методиками; - преимущества и недостатки широко применяемых инструментальных методов анализа
		Уметь: - выявлять ошибки при работе на аналитических приборах; - подбирать аттестованные методики выполнения измерений в соответствии с решаемой задачей
		Владеть: - методами планирования и оптимизации проведения исследовательских и проектных работ; - навыками по постановке аттестованных методик выполнения измерений.
ПК-1 Способен организовывать самостоятельную и	ПК-1.1. Организует работу персонала первичного научно-	Знать: - теоретические основы современных методов анализа;

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза	исследовательского подразделения на основании программы проведения научных исследований в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать исследования объекта с привлечением разных методов, применимых для решения поставленных задач;</li> <li>- ставить аналитическую задачу персоналу</li> </ul>
		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами составления научно-технического отчета по анализу объекта исследования.</li> </ul>
	ПК-1.2. Разрабатывает планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, задания для исполнителей при проведении научных исследований и технических разработок в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы современных методов анализа;</li> </ul>
		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать исследования объекта с привлечением разных методов, применимых для решения поставленных задач;</li> <li>- ставить аналитическую задачу персоналу</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами составления научно-технического отчета по анализу объекта исследования.</li> </ul>
ПК-2 Готов к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, решения нестандартных задач, основанных на принципах моделирования технических систем, выбору методик и средств решения задачи в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза	ПК-2.1. Имеет практический опыт применения программных средств для расчетов и обработки экспериментальных данных в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза, компьютера как средства управления графической и текстовой информацией, базами данных	Знать: информационную базу по теме исследования;
		Уметь: подбирать методы и соответствующее аналитическое оборудование для решения конкретных задач;
	ПК-2.2. Работает с научно-технической информацией в области химии и технологии основного органического	Знать: информационную базу по теме исследования;
		Владеть: навыками поиска узкоспециализированной информации в сети интернет.

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	и нефтехимического синтеза с использованием информационных и сетевых технологий с соблюдением основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	Уметь: подбирать методы и соответствующее аналитическое оборудование для решения конкретных задач;
		Владеть: навыками поиска узкоспециализированной информации в сети интернет.
ПК-3 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза, проводить их обработку и анализировать их результаты, изучать свойства химического и биохимического сырья и продуктов, полученных на их основе	ПК-3.1. Участвует в проведении научных исследований в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза с использованием современного лабораторного оборудования	Знать: теоретическую базу, устройство и области применения современных аналитических приборов;
	ПК-3.2. Применяет алгоритм практических действий при проведении экспериментов и испытаний в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза с применением физико-химических методов исследования	Уметь: разрабатывать стратегию и тактику проведения экспериментов и испытаний;
		Владеть: современными компьютерными технологиями обработки результатов научных исследований.
		Знать: теоретическую базу, устройство и области применения современных аналитических приборов;
	ПК-3.3. Использует теоретические знания и экспериментальные навыки для самостоятельного планирования и проведения эксперимента в области химии и технологии основного органического и нефтехимического синтеза, анализа и оформления полученных результатов	Уметь: разрабатывать стратегию и тактику проведения экспериментов и испытаний;
		Владеть: современными компьютерными технологиями обработки результатов научных исследований.
		Знать: теоретическую базу, устройство и области применения современных аналитических приборов;
		Уметь: разрабатывать стратегию и тактику проведения экспериментов и испытаний;
		Владеть: современными компьютерными технологиями обработки результатов научных исследований.

#### 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)
Раздел 1. Хеометрика	Пр1	Методы обработки результатов анализа. Метрологические характеристики результатов.	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Ср1	Проработка тем раздела, подготовка к практическому занятию и экзамену	1	10			
Раздел 2. Спектроскопические методы анализа	Лек	Классификация спектроскопических методов. Основные понятия. Источники излучения. Абсорбционная и эмиссионная	1	2	-	-	
	Ср2	Проработка лекционного материала, тем раздела, подготовка к лабораторной работе, контрольной работе, экзамену	1	20	-	-	
	Пр 2	Фотолюминесценция. Принципиальная схема устройства спектрометров. Области применения.	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Лаб1	Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте	1	4	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Пр3	Методы оптической молекулярной спектроскопии. УФ-спектроскопия. Решение задач.	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек2	ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Принципиальная оптическая схема прибора. Функциональный анализ – идентификация вещества.	1	2	-	-	
	Пр4	Решение задач по теме ИК-спектроскопия	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Пр5	Масс-спектрометрия. Принципиальная схема устройства прибора. Способы ионизации молекул. Области применения.	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Пр6-7	Решение задач по методу масс-спектрометрии	1	4	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Пр8-9	ЯМР спектроскопия. Основные понятия. Решение задач	1	4	-	-	Отчёт по практическому занятию



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр10	Контрольная работа по теме «Спектроскопические методы анализа»	1	2	-	-	Контрольная работа
Раздел 3. Хроматографические методы анализа.	Лек3	Газовая хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Области применения	1	2	-	-	
	Ср3	Проработка лекционного материала, тем раздела, подготовка к лабораторной работе, экзамену	1	15	-	-	
	Пр11	Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа»	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Пр12	Хромато-масс-спектрометрия. Сочетание хроматографии и спектроскопии.	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
Раздел 4. Электрохимические методы анализа.	Лек4	Электрохимические методы анализа. Классификация. Области применения	1	2	-	-	
	Ср4	Проработка лекционного материала, тем раздела, подготовка к лабораторной работе, экзамену	1	15	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр13	Потенциометрия. Принципиальная схема потенциометров. Вольтамперометрия. Области применения.	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Лаб2	Потенциометрическое титрование. Определение алюминия	1	4	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Пр14	Кулонометрия. Электрогравиметрия.	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Пр15	Электрохимические сенсоры, их применение в аналитическом контроле качества объектов	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Пр16	Автоматизация анализа. Автоматизированный контроль производственных процессов	1	2	-	-	Отчёт по практическому занятию
	Контроль		1	35,65	-	-	Вопросы к экзамену
	ПА	Промежуточная аттестация	1	0,35	-	-	Экзамен
<b>Итого:</b>				<b>144</b>			

## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа. На лекциях используются наглядные и словесные методы обучения, на практических и лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **Раздел 1 Хеометрика**

**Темы практического занятия:** Основы математической статистики. Метрологические основы. Применение статистики в пробоотборе и обработке полученных данных. Градуировка. Решение задач по теме «Математическая обработка результатов анализа». Контрольная работа по теме «Метрологические основы»

**Изучив данный раздел студент должен:** овладеть основами математической обработки результатов химического анализа

**Знать:** методы оценки правильности, сходимости, достоверности результата, критерии грубого промаха и критерии Фишера.

**Уметь:** применять методы статобработки на практике, оценивать достоверность и погрешность проведенных измерений.

**Владеть:** методами вычислений основных критериев метрологии, компьютерными программами по обработке данных

### **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 основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.
- Ответить на контрольные вопросы:
  1. Как исключаются грубые погрешности (промахи)?
  2. Что такое достоверность, правильность и сходимость результатов?
  3. Как и для чего рассчитывают критерий Стьюдента?
  4. Как рассчитать погрешность измерения?
  5. Что такое доверительный интервал?
  6. Как рассчитать необходимое число параллельных измерений для получения результата с заданной точностью?
  7. Для чего используют критерий Фишера?

### **Раздел 2 Спектроскопические методы анализа**

**Темы лекционных занятий:** Общая характеристика спектроскопических методов анализа. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия

в УФ- и видимой области. ИК-спектроскопия. Эмиссионные спектроскопические методы анализа. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Люминесцентная спектроскопия. Другие спектральные и оптические методы.

**Темы лабораторных занятий:** Фотометрическое определение железа в концентрированной серной кислоте

**Темы практических занятий:** Решение задач по теме «Оптические методы анализа». Контрольная работа

**Изучив данный модуль студент должен:** сформировать основные представления об оптических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

**Знать:** спектры излучения, источники излучения, виды оптических методов анализа

**Уметь:** оценивать возможности каждого метода, выбирать подходящий под задачу метод исследования

**Владеть:** методиками спектрофотометрического и ИК-исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

### **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 основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

Ответить на контрольные вопросы:

Назовите основные оптические методы качественного и количественного анализа.

От чего зависит интенсивность и ширина спектральных линий?

Как проводят качественный и количественный анализ в эмиссионной спектроскопии?

Оптическая схема спектрометра. УФ- и видимые области спектра.

Запишите основной закон светопоглощения. Назовите ограничения и условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера.

В чем заключается метод градуировочного графика? Метод добавок? Метод двух стандартов?

ИК-спектроскопия. Масс-спектрометрия. Метод ЯМР.

## **Раздел 3**

### **Хроматографические методы анализа**

**Темы лекций:** Теоретические основы хроматографии. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Отдельные виды жидкостной хроматографии

**Темы практических занятий:** Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа». Контрольная работа по теме

**Изучив данный модуль, студент должен:** сформировать представление о состоянии современного газохроматографического анализа, его возможностях, основных направлениях и тенденциях развития.

**Знать:**

- теоретические основы газовой хроматографии, основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление газохроматографического процесса

**Уметь:**

- определять основные характеристики хроматографического процесса из хроматограммы; интерпретировать экспериментальные результаты
- подбирать оптимальные условия проведения хроматографического разделения

**Владеть:**

- методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента
- навыками работы на современном хроматографическом оборудовании.

**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 физико-химических процессов удерживания сорбатов различного строения на различных по природе неподвижных фазах
- Ответить на контрольные вопросы:
  1. Дайте определение хроматографии.
  2. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
  3. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
  4. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
  5. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?
  6. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
  7. Сравните два режима разделения в газовой хроматографии – изотермический и программирование температуры.
  8. Перечислите детекторы в газовой хроматографии.
  9. Перечислите особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).
  10. Какие варианты метода используют в аналитической практике?
  11. Какие сорбенты используют в ВЭЖХ? Каким требованиям они должны отвечать?
  12. Почему наиболее популярные сорбенты в ВЭЖХ – силикагель и, особенно, модифицированные силикагели? Как проводят модификацию силикагеля?
  13. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
  14. Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?

**Раздел 4****Электрохимические методы анализа**

**Темы лекционных занятий:** Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия. Потенциометрический метод анализа. Кулонометрический метод анализа. Вольтамперометрический метод анализа.

**Темы лабораторных занятий:** Определение содержания вещества методом потенциометрического титрования.

**Темы практических занятий:** Решение задач по теме «Электрохимические методы анализа»

**Изучив данный модуль студент должен:** сформировать основные представления об электрохимических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

**Знать:** основы электрохимических методов анализа, законы и уравнения методов, возможности их практического применения

**Уметь:** оценивать возможности каждого метода, выбирать подходящий под задачу метод исследования

**Владеть:** методиками потенциометрического, кондуктометрического исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

### **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 основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

Ответить на контрольные вопросы:

1. На чем основан метод потенциометрии? Запишите уравнение Нернста.
2. Приведите классификацию электродов. Примеры электродов в потенциометрии.
3. На чем основан метод кулонометрии? Сформулируйте закон Фарадея
4. Что измеряют в кондуктометрии? Какие законы и положения этого метода вам известны?
5. Что такое полярография? Что такое вольтамперометрическое титрование?
6. В чем суть метода амперометрии?

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	УК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3	Вопросы к экзамену 1-37
		Отчеты по лабораторным работам 1, 2
		Отчеты по практическим занятиям 1-16
		Контрольная работа

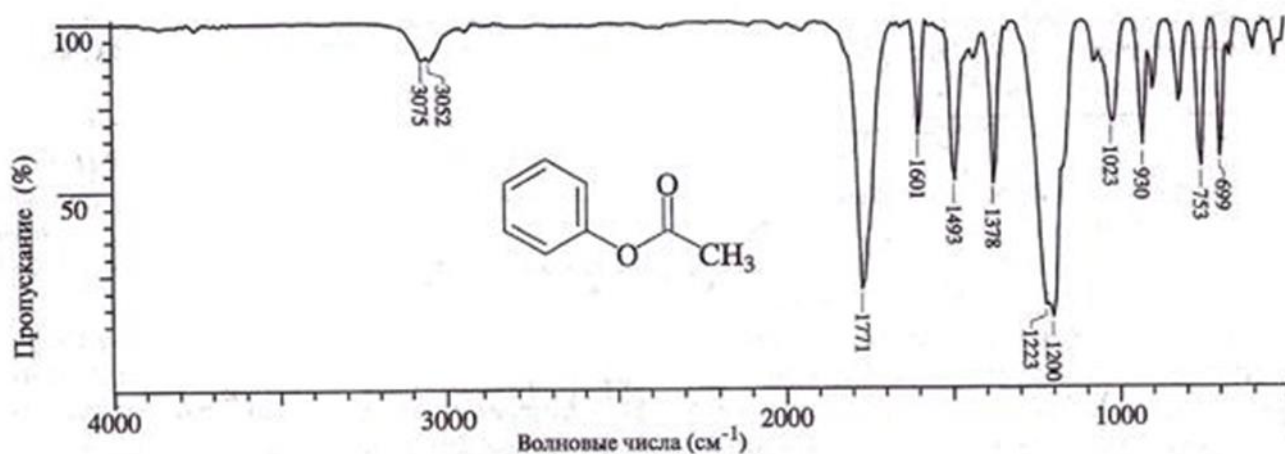
### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Контрольная работа

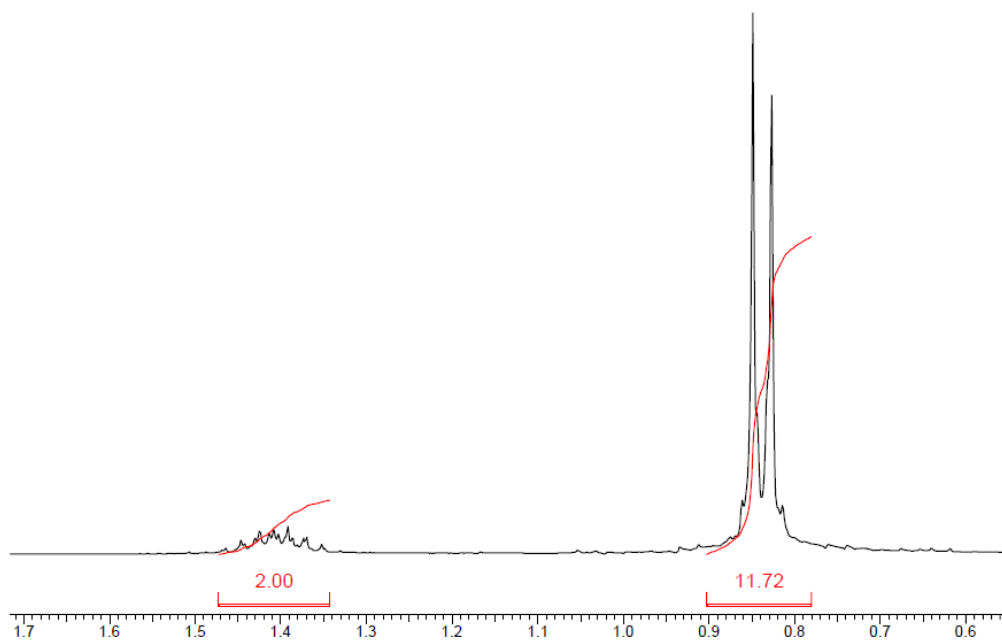
(наименование оценочного средства)

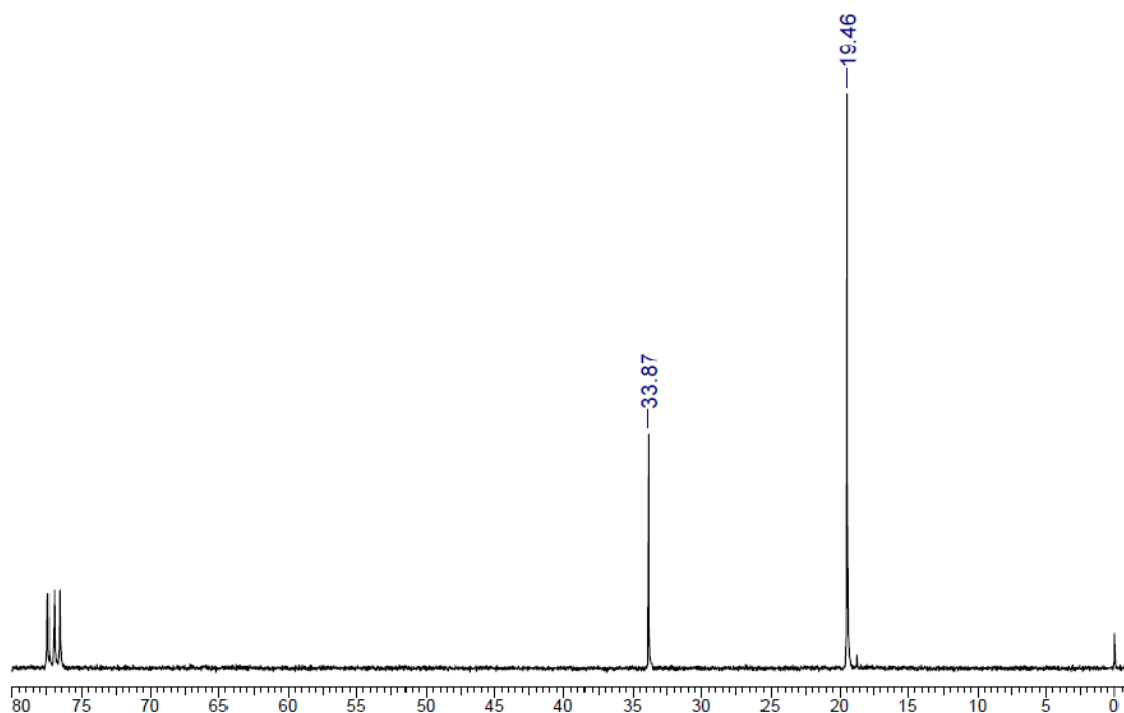
Вариант 1.

1. Расшифруйте приведенный ниже ИК-спектр, укажите характеристические частоты

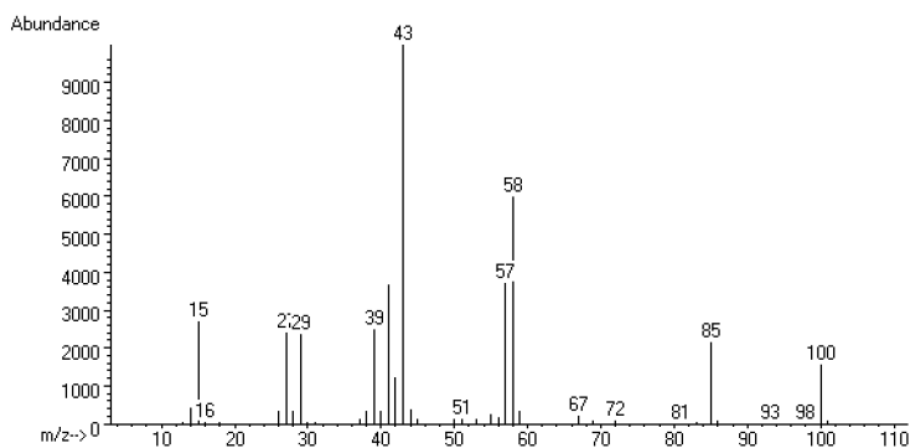


2. Расшифруйте ЯМР-спектр. Установите структуру соединения  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  по  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектрам





3. Расшифруйте масс-спектр, определите брутто-формулу соединения



$m/z$	I, %	$m/z$	I, %	$m/z$	I, %	$m/z$	I, %	$m/z$	I, %
14	4,70	31	0,80	49	0,30	59	3,80	83	0,80
15	27,12	37	1,60	50	1,40	65	0,30	84	0,30
16	0,70	38	3,60	51	1,50	67	2,50	85	21,92
18	0,60	39	25,22	52	0,40	68	0,30	86	1,27
25	0,30	40	3,80	53	1,70	69	1,20	87	0,10
26	3,50	41	37,03	54	0,40	70	0,20	91	0,10
27	24,22	42	12,41	55	2,90	71	0,40	100	15,71
28	3,60	43	100,0	56	2,10	72	1,20	101	1,10
29	23,92	44	4,20	57	37,53	81	0,20	102	0,10
30	0,80	45	1,60	58	60,17	82	0,20		



**Критерии оценки:**

За работу ставится оценка «отлично», если верно решены все три задачи, «хорошо» ставится за две решенные задачи, «удовлетворительно» за одну. Если не решена ни одна из трех задач - «не удовлетворительно»

**7.2.2. Комплект отчетов по лабораторным работам****Лабораторная работа: Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте**

Цель работы: выбрать рациональный метод выполнения задачи с помощью стандартного набора лабораторного оснащения

*Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить необходимые графики.
5. Применить хемометрику.
6. Подписать полученные результаты у преподавателя.
7. Оформить отчет.

**Лабораторная работа: Потенциометрическое титрование. Определение алюминия**

Цель работы: выбрать рациональный метод выполнения задачи с помощью стандартного набора лабораторного оснащения

*Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить необходимые графики.
5. Применить хемометрику.
6. Подписать полученные результаты у преподавателя.
7. Оформить отчет.

**Требования к оформлению отчета:**

1. Каждая работа оформляется на отдельных листах (формат А4), должна содержать титульный лист с указанием названия темы лабораторной работы, номера группы, ФИО студента и ФИО проверяющего преподавателя.
2. Под формулами должна быть приведена расшифровка буквенных обозначений.
3. У численных значений физических величин должны быть указаны единицы измерений.
4. Полученные экспериментальные величины должны быть указаны с интервалом погрешности и относительная погрешность (%).
5. Выводы должны отражать выполнение задач, поставленных для достижения цели.

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена, полученные результаты обработаны математически, построена кривая титрования и даны ответы на теоретические вопросы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена, полученные результаты обработаны математически, построена кривая титрования и не даны ответы на теоретические вопросы в полном объеме;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена, полученные результаты обработаны математически, не построена кривая титрования и не даны ответы на теоретические вопросы в полном объеме;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если лабораторная работа не выполнена.

### 7.2.3. Комплект заданий для решения задач на практических занятиях

#### Тема: «Хеометрика»

##### Вариант 1

Задание 1. Произведите указанные вычисления, выражая каждое число, в том числе и результат, правильном числом значащих цифр:

$$\begin{array}{ll} 3,5 \cdot 0,1563 / (35,07 \cdot 0,562) & 5,735 \cdot 0,565 / (26,40 \cdot 6,8164) \\ 25,67 \cdot 0,1123 / (1,02 \cdot 0,553) & 5,34 \cdot 542 / (0,543 \cdot 54,0) \end{array}$$

Задание 2. Три повторных анализа образца хлорида дали среднее значение содержание хлорида 72,10 % и стандартные отклонения 0,40 %, определить доверительный интервал (доверительные границы), в котором могут находиться результаты отдельного определения при доверительной вероятности  $P = 0,95$ . (Указания: применить критерий Стьюдента для малых выборок)

Задание 3. Рассчитайте абсолютную и относительную систематическую погрешность при приготовлении 250,0 мл раствора  $K_2Cr_2O_7$ , с  $(1/6K_2Cr_2O_7) = 0,0500$  М. Погрешность калибровки колбы  $\pm 0,2$  мл, погрешность взвешивания  $\pm 0,2$  мг ( $P=0,95$ ).

#### Тема: «Спектроскопические методы анализа»

##### Вариант 1

Задание 1. Оптические плотности раствора смеси комплексонатов свинца и висмута, измеренные в кювете с толщиной слоя 3 см, равны 0,87 (при 240 нм) и 1,24 (при 365 нм). Рассчитайте количества свинца и висмута в смеси (мкг), если общий объем исследуемого раствора составляет 50 мл, а значения молярных коэффициентов поглощения комплексонатов равны: для Pb –  $\epsilon_{240} = 8,9 \cdot 10^3$ ,  $\epsilon_{365} = 900$ ; для Bi –  $\epsilon_{240} = 2,8 \cdot 10^3$ ,  $\epsilon_{365} = 9,9 \cdot 10^3$ .

Задание 2. Образец стали содержит около 0,5 % кремния. Какую навеску стали следует растворить в 100 мл, чтобы отбирая 25 мл этого раствора в колбу вместимостью 50 мл, после добавления необходимых реактивов получить окрашенное соединение, оптическая плотность которого соответствует оптической плотности раствора, содержащего 0,25 мг кремния в 50 мл раствора?

Задание 3. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения комплекса меди (II), если оптическая плотность раствора с титром по меди 0,0000012 г/мл, измеренная в кювете с толщиной слоя 3 см при 460 нм, равна 0,18.

#### Тема: «Электрохимические методы анализа»

##### Вариант 1

Задание 1. Навеску сплава массой 0,3578 г растворили и через полученный раствор в течение 10,0 минут пропускали ток силой 0,10 А, в результате чего на катоде полностью выделилась медь. Определите массовую долю (%) меди в сплаве, если выход по току составлял 90%.

Задание 2. Вычислите концентрацию ионов серебра в растворе, если потенциал серебряного электрода, опущенного в насыщенный раствор хлорида серебра равен 0,518 В относительно водородного электрода.  $t^0 = 18^\circ\text{C}$ .

Задание 3. Определите потенциал хингидронного электрода при титровании 0,1 н. раствора уксусной кислоты 0,1 н. раствором NaOH в точке эквивалентности. В качестве электрода сравнения используется 1н. каломельный электрод, температура  $20^\circ\text{C}$ . Учесть разбавление раствора.

### Тема: «Хроматография»

#### Вариант 1

Задание 1. Определите массовую долю (%) метана и этана в газовой смеси, если площади хроматографических пиков и поправочные коэффициенты этих компонентов равны, соответственно:  $80\text{ мм}^2$  и  $1.23\text{ мм}^2$ ,  $40\text{ мм}^2$  и  $1.15\text{ мм}^2$ .

Задание 2. Реакционную массу 12.7500 г после нитрования толуола проанализировали методом газо-жидкостной хроматографии с применением этилбензола в качестве внутреннего стандарта в количестве 1.2500 г. Определите массовую долю (%) непрореагировавшего толуола по следующим данным:

Компонент	Толуол	Этилбензол
Площадь пика, $\text{мм}^2$	307	352
Поправочный коэффициент	1.01	1.02

Задание 3. Рассчитайте время удерживания и удерживаемый объем компонента, элюирующегося из колонки, имеющей 200 теоретических тарелок, при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч, если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм. Объемная скорость газа-носителя равна 30 мл/мин.

#### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если все задачи по теме раздела решены;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решено 80% задач по теме раздела;
- оценка «удовлетворительно» - если решено 60% задач по теме раздела;
- оценка «неудовлетворительно» - если решено менее 60% задач по теме раздела

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_1\_\_

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Оптические методы качественного и количественного анализа. Классификация методов.
2.	Теоретические основы спектроскопии. Аналитический сигнал, его измерение, факторы, влияющие на величину аналитического сигнала.
3.	Эмиссионная спектроскопия. Источники возбуждения. Происхождение атомных спектров.
4.	Процедура установления качественного и количественного состава изучаемого объекта в эмиссионной спектроскопии.
5.	Назовите области применения эмиссионной спектроскопии и поясните методологию установления качественного состава сплава (металлургическое производство).
6.	Абсорбционная УФ – спектроскопия. Теоретические основы метода. Принципиальная оптическая схема спектрометров.
7.	Универсальный закон светопоглощения. Зависимость оптической плотности от длины волны излучения. Поясните, что означает понятие аддитивности оптической плотности раствора?
8.	Факторы, влияющие на величину оптической плотности раствора исследуемого объекта. Причины отклонения оптической плотности от закона Ламберта – Бугера – Бера.
9.	Выбор оптимальных условий для проведения количественного анализа. Поясните на конкретных примерах, используя результаты выполненной лабораторной работы.
10.	Применение УФ – спектроскопии в качественном анализе. Правило Вудворда. Поясните на примерах.
11.	Спектрофотометрия – самый распространенный производственный метод количественного анализа. Охарактеризуйте способы осуществления анализа.
12.	ИК – спектроскопия. Теоретические основы и области применения. Приведите примеры установления структуры вещества (результаты выполненных практических заданий).
13.	Поясните методологию количественного анализа методом ИК – спектроскопией.
14.	Сенсорный анализ на основе оптических датчиков. Области применения.
15.	Электрохимические методы качественного и количественного анализа. Теоретические основы методов, классификация.
16.	Потенциометрические методы установления качественного и количественного состава исследуемого образца (прямые и косвенные).
17.	Ионоселективные электроды, иономеры. Применение ионоселективной потенциометрии в количественном анализе. Охарактеризуйте зависимость величины аналитического сигнала от содержания определяемого компонента в растворе.
18.	Методология количественного анализа потенциометрическим титрованием. Поясните на конкретном примере, воспользуйтесь результатами лабораторной работы.
19.	Кондуктометрический анализ, теоретические основы. Прямая кондуктометрия – метод установления качества продукции, материалов и количественного их содержания. Кондуктометрическое титрование.
20.	Вольтамперометрия, полярография – полифункциональные и многоэлементные

№ п/п	Вопросы к экзамену
	потенциометрические методы анализа.
21.	Электрохимические сенсоры. Применение в контроле качества объектов окружающей среды.
22.	Хроматография. Теоретические основы хроматографического анализа. Классификация методов. Принципиальная схема основных узлов хроматографа.
23.	ГЖХ – области применения. Хроматограмма – результат качественного и количественного анализа. Поясните это утверждение на конкретных примерах.
24.	Колоночная и плоскостная хроматография как метод разделения и идентификации веществ.
25.	ВЭЖХ – современный метод анализа. Теоретические основы, области применения в качественном и количественном анализе.
26.	Масс - спектрометрия. Теоретические основы метода. Источники ионизации. Характеристика спектров в масс – спектрометрии. Области применения.
27.	Гибридные методы анализа: колоночная хроматография – ВЭЖХ.
28.	Гибридные методы анализа: ИК – спектроскопия - ГЖХ
29.	Гибридные методы анализа: ГЖХ – УФ – спектроскопия.
30.	Основные метрологические характеристики методов анализа: стандартное отклонение, доверительный интервал содержания определяемого компонента, относительная ошибка.
31.	Генеральная совокупность результатов анализа. Распределение результатов анализа, доверительная вероятность, степень свободы.
32.	Малая выборка. Критерий Стьюдента как критерий выбора объема малой выборки. Определение и исключение грубых погрешностей (промахов).
	Доверительный интервал значения определяемой концентрации. Относительная ошибка результатов анализа.
33.	Оценка воспроизводимости и правильности результатов измерений. Критерий Фишера – критерий сходства результатов двух (трех) серий результатов.
34.	Расчет линейного градуировочного графика $y = bx$ . Составление таблицы исходных данных для расчета. Применение компьютерных программ.
35.	Расчет линейного градуировочного графика $y = a + bx$ . Составление таблицы исходных данных для расчета. Применение компьютерных программ.
36.	Требования, предъявляемые к методикам измерения показателей качества объектов. Обеспечение этих требований.
37.	Внутренний лабораторный контроль качества измерений.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
1	Экзамен (устно)	«отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			обучения учебные задания выполнены
		«хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
		«удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки
		«неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

## 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	Вершинин В. И., Власова И.В., Никифорова И.А.	Аналитическая химия	учебник	2019	ЭБС «Лань»
2	Сутягин В. М., Ляпков А.А.	Физико-химические методы исследования полимеров	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
3	Перегончая О. В., Соколова С.А.	Практикум по аналитической химии. Физико-химические методы анализа	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRBook»
4	Сост. Сульдина Т.И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Лабораторный практикум	2018	ЭБС «IPRBook»
5	Ганеев А.А. и др.	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	Жебентяев А. И. , Жерносек А.К., Талуть И.Е.	Аналитическая химия. Химические методы анализа	Учебное пособие	2014	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Щеколдина Т. В., Ольховатов Е. А., Степовой А. В.	Физикохимические основы и общие принципы переработки растительного сырья	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
3	Лебухов В. И. Окара А. И., Павлюченкова Л. П.	Физико-химические методы исследования	Учебник	2012	ЭБС "Лань"



### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Бутлеровские сообщения [Электронный ресурс] : многопредмет. науч. журн. / ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»». – Электрон. журнал. – Казань : ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»», 1999- . Режим доступа к журн.: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>
  
- Химия в интересах устойчивого развития [Электронный ресурс] : междунар. науч. журн. / Сибирское отделение РАН. – Электрон. журнал. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 1999- . Режим доступа к журн. <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 Standard	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	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-125)	Столы ученические трехместные моноблоки, стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска меловая, экран навесной, проектор., процессор, мышь комп., пульт.
2	Лаборатория «Аналитической химии и физико-химических методов анализа»	Столы лабораторные островные, полки для посуды, столы лабораторные с

№ 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
	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. (А-207)	полкой аквадистиллятор ДЭ-10, мойка нержавеющая, печь муфельная, сушильный шкаф Snol58/350, мойки лабораторная, шкаф вытяжной, стол письменный, тумбы для посуды и реактивов, центрифуга лабораторная Опи-3, аналитические весы ВЛР-200, весы лабораторные НСВ123, фотометр фотоэлектрический КФК, рН-метр-иономер рН-121, иономер Эксперт001, иономер И-160М, кондуктометр Анион, табуреты лабораторные, химическая посуда.
3	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 курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-205)	Переносной проектор, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), компьютеры с выходом в сеть Интернет.
4	Помещение для самостоятельной работы. (Г-401)	Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.
5	Помещение для самостоятельной работы студентов (С-705)	Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть «Интернет».