

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 3 » 05 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.28 Инструментальные методы анализа
 Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»
 Профиль «Химическая технология органических веществ», «Технология переработки полимеров», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

Квалификация выпускника БАКАЛАВР
 Форма обучения ЗАОЧНАЯ
 Факультет Технологический
 Кафедра-разработчик рабочей программы «Нефтехимического синтеза»

	Часы	Зачетные единицы
<i>Форма обучения</i>	<i>заочная</i>	
<i>Курс</i>	<i>3</i>	
<i>Семестр</i>	<i>6</i>	
Лекции	6	0,17
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	12	0,33
Контроль самостоятельной работы	12	0,33
Самостоятельная работа	105	2,92
Всего	144	4
Форма аттестации	Экзамен (9)	

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 922 от 07.08.2020) по направлению 18.03.01

«Химическая технология органических веществ», «Технология переработки полимеров», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

на основании учебного плана набора обучающихся 2023.

Разработчик программы:

доцент
(должность)


(подпись)

Новожилова А.И.
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры НХС, протокол от 12 апреля 2023 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

Р.З. Агзамов
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.О.28 «Инструментальные методы анализа» являются

- а) систематизация знаний по использованию инструментальных методов анализа в химической практике;
- б) изучение физико-химических основ инструментальных методов в химии;
- в) идентификация и определение строения органических соединений на основе современных физико-химических методов исследования;
- г) правильный, обоснованный выбор инструментального метода;
- д) изучение специальной литературы и другой научно-технической информации в области современных физико-химических методов исследования органических материалов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Дисциплина Б1.О.28 «Инструментальные методы анализа» относится к *обязательной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.28 «Инструментальные методы анализа» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Общая химия;
- б) Органическая химия;
- в) Физическая химия;
- г) Аналитическая химия;
- д) Коллоидная химия;
- е) Общая химическая технология

Дисциплина «Инструментальные методы анализа» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Технология основного органического и нефтехимического синтеза;
- б) Нефтехимический синтез (междисциплинарный курсовой проект);

Знания, полученные при изучении дисциплины «Инструментальные методы анализа» могут быть использованы при прохождении учебной и производственной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код (например, УК-1, УК-1.1, 1.2, 1.3) и наименование компетенции и индикатора достижения компетенции

ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом

требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

ОПК-5.1 Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа, методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных

ОПК-5.2 Умеет выбирать методику анализа для поставленной задачи и выполнить экспериментально, применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента

ОПК-5.3 Владеет навыками математической статистики, проведения химического анализа и метрологической обработки результатов активных и пассивных экспериментов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

1) Знать:

- теоретические основы и принципы инструментальных методов анализа –спектральных, хроматографических;
- основные этапы качественного и количественного инструментального анализа;
- особенности химического состава и свойств продуктов нефтехимии, методы анализа их физико-химических, термических, и других характеристик, включая способы с применением газовой хроматографии, ИК-, ЯМР-спектрокопии.

2) Уметь:

- проводить анализ продуктов нефтехимии с использованием физико-химических методов, а также ориентироваться в нормативных документах на объекты анализа и методы испытаний;
- грамотно экспериментально воспроизводить лабораторные методики идентификации органических веществ, приведенных в лабораторном практикуме.

3) Владеть:

- навыками проведения химического анализа, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности;
- методами стандартных и сертифицированных испытаний материалов, изделий и технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.28 Инструментальные методы анализа

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/ п	Раздел дисци- плины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информацион- ные и другие образователь- ные техноло- гии, используе- мые при осуществлении образователь- ного процесса	Оценочные средства для проведения про- межуточной аттеста- ции по разделам
			заочная ф.о.					
			Лекции	Лабо- ратор- ные ра- боты	КСР	СР		
1	Раздел 1 Общая ха- рактеристика ИМА в органическом син- тезе	6	-	-	3	20	Информаци- онно-поисковые, проектные и диа- логовые	Экзамен, контрольная работа
3	Раздел 2. Газовая хроматография		4	8	3	25	Информаци- онно-поисковые, проектные и диа- логовые	Лабораторная работа № 1, 2 Работа в малых группах 1, контрольная работа, экзамен
4	Раздел 3. Оптические методы. Рефракто- метрия. Инфракрас- ная спектроскопия (ИКС)		2	4	3	30	Информаци- онно-поисковые, проектные и диа- логовые	Лабораторная работа № 3 контрольная ра- бота, экзамен
5	Раздел 4. ЯМР-спек- троскопия		-	-	3	30	Информаци- онно-поисковые, проектные и диа- логовые	контрольная работа, экзамен
	Форма аттестации							Экзамен (9)
	Итого	144	6	12	12	105		

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Темы лекционных занятий	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
2	Раздел 2. Газовая хроматография	1	Тема 3. Теоретические основы хроматографии.	Классификация хроматографических методов анализа по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения, по аппаратному оформлению, по способу проведения процесса. Формы хроматограмм и их основные характеристические параметры: время удерживания, удерживаемый объем, индекс удерживания, ширина пика на половине его высоты, высота и площадь.	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
		1	Тема 4. Принципиальная схема газового хроматографа. Детекторы в газовой хроматографии.	Достоинства метода, характерные особенности метода ГХ. Принципиальная схема ГХ. Назначение, требования, классификация, характеристика свойств детекторов. Чувствительность, предел обнаружения.	
		1	Тема 5. Качественный анализ в хроматографии	Сравнение экспериментальных и приведенных в литературе параметров удерживания. Идентификация по эталонным веществам	
		1	Тема 6. Методы количественного анализа в хроматографии	Параметры пика как характеристика количества вещества. Метод абсолютной калибровки, метод эталонной добавки, метод внутреннего эталона, метод нормализации.	
	Раздел 3. Оптические методы. Рефрактометрия. Инфракрасная спектроскопия (ИКС)	-	Рефрактометрия в химическом анализе	Физические основы метода. Рефрактометрические измерения	ОПК-5.1 ОПК-5.2
		1	Тема 7. Природа ИК-спектров, техника их получения.	Подготовка проб. Физические основы ИК-спектроскопии.	
		1	Тема 8. Информация, получаемая при помощи ИК-спектроскопии.	Идентификации алкильных фрагментов, идентификация связей С=С, ароматических соединений, аминогрупп, гидроксильных групп, карбонильных и карбоксильных групп, сложноэфирных групп, нитросоединений,	
2	Раздел 4. ЯМР-спектроскопия	-	Тема 9. Параметры спектров ЯМР	Химический сдвиг. Спин-спиновое взаимодействие. Интенсивности сигналов.	ОПК-5.1
			Тема 10. Химические сдвиги ¹ H некоторых органических соединений	Химические сдвиги ¹ H алканов, циклоалканов, алкенов, аренов.	

6. Содержание практических занятий не предусмотрены учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала и выра-

ботка определенных практических умений и навыков, связанных с хроматографическими методами анализа, инфракрасной спектроскопией и ЯМР-спектроскопией

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы заочная ф.о.	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
<i>семестр VI</i>				
2	Раздел 2. Газовая хроматография	2	Инструктаж по технике безопасности. 1. Качественный анализ по параметрам удерживания	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
		3	2. Количественный анализ смеси различными методами 2.1 Анализ контрольной смеси методом внутренней нормализации 2.2 Анализ контрольной смеси методом стандартной добавки	
		3	2.3 Анализ контрольной смеси методом абсолютной калибровки	
3	Раздел 3. Оптические методы. Рефрактометрия Инфракрасная спектроскопия (ИКС).	4	3. Идентификация органических соединений методом ИКС	ОПК-5.1 ОПК-5.2
		-		
4	Раздел 4. ЯМР-спектроскопия	-		ОПК-5.1

Лабораторные работы проводятся в помещении учебных лабораторий 104 Б и 100 Б.

8. Самостоятельная работа

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы заочная ф.о.	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
Общая характеристика ИМА в органическом синтезе Теоретические основы инструментальных методов. Возможности применения прецизионных методов в определении качества нефтепродуктов	20	Работа с учебной и методической литературой, электронными источниками данных работа с лекционным материалом; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к экзамену	ОПК-5.1
Рефрактометрия Физические основы метода. Пробоподготовка	10	Работа с учебной и методической литературой, электронными источниками данных работа с лекционным материалом; подготовка к лабораторным занятиям; подготовка к экзамену	ОПК-5.1 ОПК-5.3
Газовая хроматография Принципы качественного хроматографического анализа. Принципы количественного анализа. Стратегия и тактика анализа органических смесей.	15	Работа с учебной и методической литературой, электронными источниками данных работа с лекционным материалом; подготовка к лабораторным занятиям подготовка к экзамену	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
Оптические методы. Инфракрасная спектроскопия (ИКС). Физические основы метода. Инфракрасные спектры двухатомных молекул. Интенсивность поглощения. Правила отбора.	30	Работа с учебной и методической литературой, электронными источниками данных; работа с лекционным материалом; подготовка к лабораторным занятиям подготовка к экзамену.	ОПК-5.1 ОПК-5.2

Характеристичность частот в колебательных спектрах молекул. Область функциональных групп и область “отпечатков пальцев”. Применение ИК-спектров для идентификации органических соединений. Атласы и каталоги инфракрасных спектров. Структурный анализ по характеристическим частотам. Особенности ИК-спектров важнейших классов органических соединений. Спирты, амины, парафины и циклопарафины, олефины, ацетилены, ароматические углеводороды.			
ЯМР-спектроскопия Введение в ЯМР. О методах анализа природного органического сырья. О возможностях и ограничениях спектроскопии ЯМР. О фрагменте составе. Положения сигналов. Химические сдвиги. Площадь пика и определение числа протонов. Число сигналов. Эквивалентные и неэквивалентные протоны. Расщепление сигналов и спин-спиновое взаимодействие. Константы взаимодействия. Определение ароматичности. Определение фракционного состава нефти. Содержание атомов водорода в нефтях и нефтепродуктах. Адаптация разработок к низкочастотным спектрометрам ЯМР. Определение ароматичности. Определение фракционного состава нефти. Содержание атомов водорода в нефтях и нефтепродуктах. Адаптация разработок к низкочастотным спектрометрам ЯМР.	30	Работа с учебной и методической литературой, электронными источниками данных; работа с лекционным материалом; подготовка к лабораторным занятиям подготовка к экзамену.	ОПК-5.1

8.1 Контроль самостоятельной работы

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы заочная ф.о.	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
<i>семестр VI</i>			
Общая характеристика ИМА в органическом синтезе Общие теоретические основы аналитической химии	3	- проверка правил техники безопасности	ОПК-5.1
Рефрактометрия	2	- прием лабораторной работы	ОПК-5.1 ОПК-5.3
Газовая хроматография Принципы качественного хроматографического анализа. Принципы количественного анализа. Стратегия и тактика анализа органических смесей.	1	- прием лабораторных работ и проверка отчетов; - проверка конспекта	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
Оптические методы. Инфракрасная спектроскопия (ИКС). Физические основы метода. Инфракрасные спектры двухатомных молекул. Интенсивность поглощения. Правила отбора. Характеристичность частот в колебательных спектрах молекул. Область функциональных групп и область “отпечатков пальцев”. Применение ИК-спектров для идентификации органических соединений. Атласы и каталоги инфракрасных спектров. Структурный анализ по характеристическим частотам. Особенности ИК-спектров важнейших классов органических соединений. Спирты, амины, парафины и циклопарафины, олефины, ацетилены, ароматические углеводороды.	3	- прием лабораторных работ и проверка отчетов; - проверка конспекта	ОПК-5.1 ОПК-5.2
ЯМР-спектроскопия	3	- прием лабораторных работ и проверка отчетов;	ОПК-5.1

Введение в ЯМР. О методах анализа природного органического сырья. О возможностях и ограничениях спектроскопии ЯМР. О фрагментном составе. Положения сигналов. Химические сдвиги. Площадь пика и определение числа протонов. Число сигналов. Эквивалентные и неэквивалентные протоны. Расщепление сигналов и спин-спиновое взаимодействие. Константы взаимодействия. Определение ароматичности. Определение фракционного состава нефти. Содержание атомов водорода в нефтях и нефтепродуктах. Адаптация разработок к низкочастотным спектрометрам ЯМР. Определение ароматичности. Определение фракционного состава нефти. Содержание атомов водорода в нефтях и нефтепродуктах. Адаптация разработок к низкочастотным спектрометрам ЯМР.		- проверка конспекта	
---	--	----------------------	--

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Инструментальные методы анализа» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Минимальный балл отражает принципиально правильный подход бакалавра к решению отдельных задач с учетом полноты ответов на поставленные в задачах вопросы, допущенных неточностей и ошибок.

Шкала перевода итогового рейтингового балла $R_{\text{дс}}$ в 4-балльную систему оценки знаний.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{\text{дс}} < 60$	«неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R_{\text{дс}} < 73$	«удовлетворительно» (3)
$73 \leq R_{\text{дс}} < 87$	«хорошо» (4)
$87 \leq R_{\text{дс}} \leq 100$	«отлично» (5)

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы
Мероприятия текущего контроля		
<i>заочная ф.о.</i>		
Лабораторные занятия	4	24-40
Работа в малых группах	1	4-8
Контрольная работа	1	8-12
Экзамен	1	24-40
ИТОГО		60-100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.О.28 «Инструментальные методы анализа» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Пашкова, Е.В Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Е.В. Пашкова, Е.В. Волосова, А.Н. Шипуля. – М. :СтГау "Агрус", 2017. - 59 с. – Режим доступа: https://znanium.com/catalog/product/976652 , по паролю ЭБС «Znanium».	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/976652 Доступ с любой точки интернет после регистрации IP–адресов НХТИ.
2. Кочеров, В.И. Инструментальные методы анализа : лаборатор. практикум: Учебно-методическое пособие / В.И. Кочеров, И.С. Алямовская, Н.Е Дариенко., - 2-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2017. - 96 с. - Режим доступа: https://znanium.com/catalog/product/959266 , по паролю ЭБС «Znanium».	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/959266 Доступ с любой точки интернет после регистрации IP–адресов НХТИ.

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. - 2-е изд., стер. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 198 с. - Режим доступа: https://znanium.com/catalog/document?id=358370 , по паролю.- ЭБС «Znanium».	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/document?id=358370 Доступ с любой точки интернет после регистрации IP–адресов НХТИ.
2. Пашкова, Е.В Спектральные методы анализа [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е.В. Пашкова, Е.В. Волосова, А.Н. Шипуля - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2017. - 56 с. – Режим доступа: https://znanium.com/catalog/product/976630 , по паролю ЭБС «Znanium».	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/976630 Доступ с любой точки интернет после регистрации IP–адресов НХТИ.
3. Березина, Н.М. Физико-химические методы анализа (фотометрия и турбидиметрия) [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. М. Березина, А. В. Волков, М. И. Базанов, Н. Г. Дмитриева. - Иваново : ИГХТУ, 2018. - 104 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/127524 , по паролю.- ЭБС «Лань».	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/127524 Доступ с любой точки интернет после регистрации IP–адресов НХТИ.

11.3 Электронные источники информации

Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ
Научная электронная библиотека Elibrary.ru	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – Режим доступа: <https://biblioclub.ru>

ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>

ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>

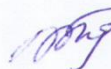
11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Образовательный портал по химии Himus.umi.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://himus.umi.ru/>, свободный.

2. Научная Электронная Библиотека (НЭБ)
(непрерывный доступ с 01.07.2010 г.) www.elibrary.ru

Согласовано:

Зав. отделом по библиотечному обслуживанию



В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Реализация учебной дисциплины требует наличия

- учебного кабинета №38 Б «Интерактивный лекционный зал», «Кабинет для групповых и индивидуальных консультаций» №38 Б, в том числе:

Системный блок - Core 2 Duo E7400-Midi ATX 350 (1 шт.);

Монитор – Acer V193WAb WIDE 19" (1 шт.);

Проектор – Epson EMP-X5 (1 шт.);

Мобильный рулонный экран на штативе (1 шт.);

Выход в Интернет – модем De-Link DWA 110 (1 шт.);

Набор наглядный пособий по оборудованию заводов химической промышленности;

Столы-парты – 30 шт.

Программное обеспечение:

WindowsXP,MicrosoftOffice2007,

АнтивирусКасперского

- учебной лаборатории №100 «Лаборатория инструментальных методов анализа», в том числе:

Лабораторная мебель:

вытяжной шкаф (2 шт.), столы лабораторные металлические (5 шт.), шкаф лабораторный (1 шт.), шкаф для документации (1 шт.), химическая мойка (1 шт.).

Исследовательское оборудование:

- аналитический комплекс на основе газового хроматографа КристалЛюкс-4000, включающий: аналитический детектор – ПИД (2-х канальный), термостат колонок, колонки хроматографические капиллярные: VF (FFAP), VS-210, VS-4, VS-60, ZB-5, ZB-624, ZB-WAX, BP-Pona, SE-30, SE-54, генератор водорода ГВЧ-12, компрессор воздуха, кран-дозатор сжиженных газов, газовый баллон – гелий, набор микрошприцов Hamilton, автоматизированная система получения, обработки и визуализации аналитических данных на базе компьютера Formoza A7300 Core 2 Duo E730;

- аналитический комплекс на основе газового хроматографа КристалЛюкс-4000М, включающий: аналитический детектор – ДТП (1 канальный), термостат колонок, колонки насадочные, дозатор автоматический 6-ти ходовой, газовый баллон – гелий, автоматизированная система получения, обработки и визуализации аналитических данных на базе компьютера Formoza A7300 Core 2 Duo E730, принтер Canon LBP-2900;

- аналитический комплекс на основе ИК - спектрометра, включающий: Фурье- спектрометр Инфра-ЛЮМ ФТ-02, кварцевые и солевые кюветы; дозатор пробы, устройства для крепления твердых образцов, пресс для изготовления твердых образцов, пресс-форма для изготовления твердых образцов, автоматизированная система получения, обработки и визуализации аналитических данных на базе компьютера Celeron 326.

- учебной лаборатории №102 «Лаборатория спектральных методов анализа», в том числе:

Лабораторная мебель:

лабораторные столы (4 шт.), тумбы пристенные (2 шт.), шкаф для документации (1 шт.).

Исследовательское оборудование:

- аналитический комплекс на основе ЯМР спектрометра PicoSpin 45. Технические параметры: Ларморова частота 45 МГц, чувствительность только к ядрам ¹H, разрешение не менее 1 ppm, соотношение «сигнал-шум» для воды не ниже 300, тип магнита постоянный редкоземельный, объем пробы 20 мкл, диаметр капилляра для пробы 400 мкм, ввод данных JCAMP-DX;

- сканирующая зондовая лаборатория на основе сканирующего зондового микроскопа ФемтоСкан. Техническая характеристика: система визуализации для контроля подвода зонда к образцу и выбора рабочей области; блок пьезоманипулятора: чувствительность 53,2 нм/В, поляризация керамики: положительная, разрешение: латеральное 0,1нм, вертикальное 0,03 нм; головка для атомно-силовой (АСМ) / резонансной атомно-силовой микроскопии (РАСМ); головка для сканирующей туннельной микроскопии (СТМ); блок управления с пакетом специализированного программного обеспечения.

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования №512, в том числе:

Столы- 3 шт., стул – 3 шт.

Паяльная станция, набор инструментов, диагностический инструмент, ПК для диагностики неисправностей

- Читального зала библиотеки, в том числе:

Стол – 55 шт.; стулья – 90 шт.;

скамьи – 10 шт.; доска ученическая – 1 шт.; персональные компьютеры с выходом в Интернет – 5 шт.; принтер – 1 шт.; сканер – 1 шт.; ксерокс – 1 шт.

13. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	часы
очная / очно-заочная ф.о.			
	Лекция	Лекция-беседа	2/2
Количественный анализ смеси различными методами	Лабораторная работа	Работа в малых группах №1	4/3
Идентификация органических соединений	Лабораторная работа	Работа в малых группах №2	4/3
ИТОГО:			10/8