

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»



УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

С.Т. Князев
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143605	Методы диагностики материалов

Екатеринбург, 2020

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химия и физика новых функциональных материалов	Код ОП 1. 04.04.02/33.01
Направление подготовки 1. Химия, физика и механика материалов	Код направления и уровня подготовки 1. 04.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Емельянова Юлия Валерьевна	к.х.н.	доцент	Кафедра аналитической химии и химии окружающей среды

Согласовано:

Управление образовательных программ



Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы диагностики материалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль объединяет дисциплины, которые формируют представления о современных методах и способах анализа состава, структуры, свойств материалов: «Основы электронной микроскопии», «Современные методы РФА и РСА», «Современные спектроскопические методы». Задачей модуля является формирование у студентов: знания общих принципов рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа материалов; понимания особенностей дифракции разного вида излучений, применительно к исследованию строения упорядоченных и неупорядоченных веществ; понимания методов интерпретации и вычисления электронной дифракции и электронно-микроскопических изображений для определения структурных и аналитических характеристик твердых фаз и материалов; знания современных спектроскопических методов, включая АЭС, ААС и ИК-спектроскопию.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Современные методы РФА и РСА	3
2	Основы электронной микроскопии	3
3	Современные спектроскопические методы	3
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и корреквизиты модуля	1. Методы получения материалов и наноматериалов

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Современные методы РФА и	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать	3-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и

РСА	<p>фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных</p>

		экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения
	ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и деталильные планы ее отдельных стадий П-1 - Иметь опыт выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР
	ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук	З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии, физике и смежным областям
	ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их	З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики

	<p>практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и физики</p>	<p>3-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа и систематизации результатов НИР и НИОКР У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными</p>
	<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>3-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач 3-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы в целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и</p>	<p>3-1 - Привести примеры нормативных документов по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции, проведения прикладных НИР и НИОКР У-1 - Готовить документацию по</p>

	НИОКР	подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР, анализировать имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции П-1 - Иметь навыки работы с нормативной документацией по разработке и стандартизации химической продукции, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР
Основы электронной микроскопии	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целей подходов и методов П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целей подходов и методов Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление
	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники

		Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
	ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p>
	ПК-2 - Способен	З-1 - Представлять возможности

	<p>проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук</p>	<p>существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации</p> <p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии, физике и смежным областям</p>
	<p>ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и физики</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа и систематизации результатов НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов</p> <p>П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными</p>
	<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках</p>

		<p>прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы в целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Привести примеры нормативных документов по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции, проведения прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР, анализировать имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции</p> <p>П-1 - Иметь навыки работы с нормативной документацией по разработке и стандартизации химической продукции, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР</p>
<p>Современные спектроскопические методы</p>	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целей подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целей подходов и</p>

		методов Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление
	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения
	ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы У-1 - Выбирать экспериментальные и

	<p>методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</p>	<p>расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p>
	<p>ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук</p>	<p>З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации</p> <p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии, физике и смежным областям</p>
	<p>ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и физики</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа и систематизации результатов НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с</p>

		<p>учетом практического применения результатов</p> <p>П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными</p>
	<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы в целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p>
	<p>ПК-5 - Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Привести примеры нормативных документов по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции, проведения прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР, анализировать имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции</p> <p>П-1 - Иметь навыки работы с нормативной документацией по разработке и стандартизации химической продукции, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в форме:

Очная

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы электронной микроскопии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должност ь	Подразделение
1	Кузнецов Дмитрий Константинович	к.ф.-м.н.	доцент	Кафедра физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Кузнецов Дмитрий Константинович, доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р.1	Основы просвечивающей электронной микроскопии и электронной дифракции	<p>Волновые свойства электрона. Основы волновой оптики (монохроматическая волна, когерентность, интерференция, дифракция). Краткая история создания электронного микроскопа. Оптическая и электронная микроскопия (геометрическая оптика, линзы, увеличение и разрешающая способность микроскопа). Устройство электронного микроскопа. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Упругое и неупругое рассеяние. Упругое рассеяние электронов на атоме и ансамбле атомов (кинематическое приближение). Атомный фактор рассеяния. Дифракция электронов на различных типах структур. Примеры. Режим наблюдения дифракции в электронном микроскопе.</p> <p>Понятие обратной решетки и условие дифракционного отражения (условие Вульфа-Брэгга). Структурный фактор рассеяния. Сравнение рентгеновской и электронной дифракции.</p> <p>Дифракционная микроскопия (светлопольное, темнопольное изображения). Микроскопия высокого разрешения (изображение решетки, высокоразрешающее изображение). Фурье-преобразование в микроскопии высокого разрешения. Примеры.</p>
Р.2	Применение просвечивающей электронной микроскопии для решения задач физической химии и физического материаловедения	<p>Принципы индирования электронограмм и определения кристаллографических направлений на изображениях. Определение кристаллографии границ, двойников, дислокаций, дефектов упаковки.</p> <p>Примеры изучения эффектов ближнего порядка в упорядочивающихся твердых растворах, выделений упорядоченной фазы, доменной структуры в оксидных и металлических системах. Приемы электронно-дифракционного анализа упорядоченной и матричной фазы. Матричный метод.</p> <p>Просвечивающая электронная микроскопия в исследовании композиционных и</p>

		наноструктурированных материалов. Методы подготовки образцов для просвечивающей электронной микроскопии.
Р.3	Методы сканирующей и аналитической электронной микроскопии	<p>Принципы зондовой микроскопии. Некогерентное упругое рассеяние и Z-контраст. HAADF-микроскопия. Примеры решения задач HAADF-методикой. Сравнение с высокоразрешающей микроскопией. Серии современных электронных просвечивающих микроскопов – JEM, Philips, FEI (Technai). Перспективы развития просвечивающей электронной микроскопии.</p> <p>Энергодисперсионный анализ. Спектроскопия энергетических потерь электронов EELS (предел обнаружения и разрешающая способность, количественный анализ энергетических потерь электронов, тонкая структура края поглощения). Примеры решения структурно-аналитических задач с использованием HAADF-микроскопии и спектроскопии потерь электронов.</p> <p>Общее устройство растрового сканирующего микроскопа. Формирование изображения в РЭМ (вторичные, обратно отраженные электроны, сигнал катодолюминесценции и т.д.). Факторы, влияющие на качество получаемого изображения, разрешение и глубина фокуса в растровой микроскопии. Подготовка образцов. Приставка дифракции обратно отраженных электронов. Принцип формирования Кикучи-линий и структурная информация. Примеры.</p>

1.3. Программа дисциплины реализуется:
на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. А. А. Ищенко, Г. В. Гиричев, Ю. И. Тарасов. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества / Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013 — <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48303>.
2. Каули, Д. Физика дифракции / Д. Каули ; под ред. З. Г. Пинскер ; пер. с англ. А. С. Авилов ; пер. с англ. Л. И. Ман .— Москва : Мир, 1979 .— 432 с. : ил. — <http://biblioclub.ru/> .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477333>>.

Печатные издания

1. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учеб. для вузов по специальности "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов" / Я. С. Уманский, Ю. А. Скаков, А. Н. Иванов, Л. Н. Расторгуев .— Москва : Металлургия, 1982 .— 631 с. 92 экз
2. Шаскольская, Марианна Петровна. Кристаллография : Учебник / М. П. Шаскольская .— М. : Высшая школа, 1976 .— 391 с. 13 экз

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

1. <http://www.springerlink.com/content/978-0-387-76501-3#section=109713&page=1> \ Чтение online “Transmission Electron Microscopy”, D. Williams, C.B. Carter
2. <http://www.euremicsoc.org/contact.htm> \ Сайт Европейского электронно-микроскопического сообщества
3. <http://www.matter.org.uk/tem/default.htm> \ Основы просвечивающей электронной микроскопии, обучающий сайт.
4. <http://www.jeol.com> \ Микроскопы, приставки, аксессуары.
5. <http://www.gatan.com> \ Микроскопы, приставки, аксессуары, программные продукты
6. <http://www.analitek.com> \ Программные продукты по электронной микроскопии

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> – зональная научная библиотека УрФУ.

American Chemical Society

eLibrary ООО Научная электронная библиотека

American Institute of Physics

Платформа Nature

Springer Nature

ScienceDirect Freedom Collection Elsevier

Scopus

Elsevier

Springer Materials

Springer Nature

SpringerLink

Springer Nature

Web of Science Core Collection

Web of Science

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено

2	Практические занятия	<p>Учебная мебель на 13 рабочих мест.</p> <p>Компьютеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Системный блок DEPO (Intel Core i3, 3.30 GHz, ОЗУ 4 ГБ, HDD 500 ГБ), Монитор Nec AS221WM - 13 шт, <p>Доска учебная маркерная.</p>	Не предусмотрено
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не предусмотрено

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные методы РФА и РСА

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Киселев Евгений Александрович	к.х.н.	доцент	Физической и неорганической химии

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Киселев Евгений Александрович, доцент, Физической и неорганической химии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р.1	<i>Введение</i>	Природа и свойства рентгеновских лучей. Источники рентгеновского излучения. Спектры рентгеновского излучения. Поглощение и рассеяние рентгеновских лучей веществом. Радиационная безопасность. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнения Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэгга. Структура кристалла и пространственная решетка. Кристаллографические проекции. Кристаллографические категории, сингонии и системы координат. Точечные группы симметрии. Решетки Браве. Пространственные группы симметрии. Классификация и обозначения структурных типов. Изоструктурность и изотипия. Кристаллографические интернациональные таблицы.
Р.2	<i>Экспериментальные методы</i>	Метод Лауэ (полихроматический). Методы вращения и качания. Метод Вайсенберга. Метод фотографирования обратной решетки. Прямая и обратная решетка. Основные свойства обратной решетки. Метод порошка. Принципиальные основы. Современные методы съемки порошкограмм: порошковые дифрактометры, фокусирующие камеры. Геометрия съемки с параллельным пучком. Современная рентгеновская дифракционная аппаратура. θ - 2θ и θ - θ дифрактометры. Виды фокусировки. Фокусировка по Брэггу-Брентано. Монохроматизация излучения. Способы формирования параллельного пучка. Зеркало Гёбеля. Способы регистрации рентгеновского излучения. Позиционно-чувствительные детекторы. Высоко- и низкотемпературная рентгенография. Автоматизация эксперимента. Форматы экспериментальных данных. Пакеты прикладных программ. Пробоподготовка. Подготовка поликристаллического образца. Особенности работы с малым количеством образца. Особенности приготовления образца для температурной камеры. Понятие текстуры. Выбор условий съемки и проведение эксперимента.
Р.3	<i>Рентгенофазовый анализ</i>	Первичная обработка экспериментальных данных. Определение положения линий дифракционного спектра. Программы первичной обработки. Качественный анализ. Метод Финка. Метод Ханавальта.

		<p>Чувствительность качественного анализа. Штрих-диаграммы. Справочная литература. Базы структурных и дифракционных данных (PDF-2, PDF-4, ICDD, COD, CRYSTMET). Системы поиска. Работа с базами данных. Интернет-ресурсы.</p> <p>Методы количественного анализа. Метод внутреннего стандарта. Метод внешнего эталона. Метод гомологических пар. Программы для проведения качественного и количественного фазового анализа.</p> <p>Определение межплоскостных расстояний. Число формульных единиц и рентгеновская плотность. Прецизионное определение параметров элементарной ячейки. Оценка качества дифракционного спектра. Систематические и случайные погрешности. Съемка с эталоном. Программы для расчета Индексирование дифрактограмм, снятых по методу порошка. Методы индексирования. Законы погасания рефлексов. Число линий на дифрактограмме. Графическое и аналитическое индексирование. Автоиндексирование. Программы автоиндексирования.</p> <p>Изучение фазовых превращений. Построение диаграмм состояния. Исследование условий образования твердых растворов. Закон Вегарда.</p>
Р.4	<i>Рентгеноструктурный анализ</i>	<p>Определение структурных факторов из интенсивностей дифракционных максимумов. Методы определения координат атомов в кристалле. Уточнение структурных параметров.</p> <p>Основные положения и формулы. Критерии качества уточнения структуры. Возможности и ограничения метода. Исходные инструментальные и структурные данные. Методы оценки стартовых величин. Профильный анализ. Характеристики дифракционного пика на рентгенограмме. Функции профиля, полуширина, асимметрия. Метод фундаментальных параметров. Проблемы разделения пиков. Программы уточнения кристаллической структуры вещества по методу Ритвельда. Анализ электронной плотности. Бесструктурное уточнение. Метод моделируемого отжига. Метод зарядового перескока. Программы визуализации кристаллической структуры.</p> <p>Анализ микроструктурных эффектов: размеры областей когерентного рассеяния (ОКР) и микронапряжений в кристаллах. Рентгенография жидкостей. Малоугловое рассеяние. Функция радиального распределения.</p> <p>Наноматериалы. Исследование текстуры. Несоразмерные и модулированные структуры. Расшифровка новых структур.</p>

2.3. Программа дисциплины реализуется:
на государственном языке Российской Федерации.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Фетисов, Г. В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ : учебное пособие / Г.В. Фетисов ; ред. Л. А. Асланов .— Москва : Физматлит, 2007 .— 673 с. — <http://biblioclub.ru/> .— ISBN 978-5-9221-0805-8 .—

<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76647>>.

Печатные издания

1. Егоров-Тисменко, Юрий Клавдиевич. Кристаллография и кристаллохимия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология" / Ю. К. Егоров-Тисменко ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Геол. фак. — 2-е изд. — Москва : КДУ, 2010 .— 588 с.. 100 экз
2. Горелик, Семен Самуилович. Рентгенографический и электронно-оптический анализ : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 550500-Металлургия, 651300-Металлургия, 651800-Физ. материаловедение / С. С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Расторгуев .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : МИСИС, 2002 .— 360 с. 38 экз

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

Базы стандартных рентгенографических данных:

COD: Open-access database <http://www.crystallography.net/cod/>

BCS: Bilbao Crystallographic Server of crystallographic symmetry information

<http://www.cryst.ehu.es/#retrievaltop>

AMCSD: American Mineralogist Crystal Structure Database: <http://rruff.info/AMS/amcsd.php>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> – зональная научная библиотека УрФУ.

American Chemical Society

eLibrary ООО Научная электронная библиотека

American Institute of Physics

Платформа Nature

Springer Nature

ScienceDirect Freedom Collection Elsevier

Scopus

Elsevier

Springer Materials

Springer Nature

SpringerLink

Springer Nature

Web of Science Core Collection

Web of Science

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
2	Практические занятия	Учебная мебель на 13 рабочих мест. Компьютеры: - Системный блок DEPO (Intel Core i3, 3.30 GHz, ОЗУ 4 ГБ, HDD 500 ГБ), Монитор Nec AS221WM - 13 шт, Доска учебная маркерная.	1. Программы первичной обработки экспериментальных данных: ConvX : в свободном доступе www.ccp14.ac.uk/ccp/web-mirrors/convx/ 2. Программы автоиндексирования: DICVOL04 в свободном доступе www.ccp14.ac.uk/solution/indexing/ TREOR90 в свободном доступе www.ccp14.ac.uk/tutorial/crys/program/treor90.html ITO в свободном доступе www.ccp14.ac.uk/ccp/ccp14/ccp14-by-program/ito/ccp14-expanded.html McMaille в свободном доступе для академических пользователей: www.ccp14.ac.uk/tutorial/crys/ 3. Программы расчета параметров элементарной ячейки: CelRef3 в свободном доступе www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmgp/celref.htm 4. Программы полнопрофильного анализа: Rietica-LHPM FullProf в свободном доступе https://www.ill.eu/sites/fullprof/php/downloads.html GSAS в свободном доступе www.ccp14.ac.uk/solution/gsas/ 5. Программы визуализации: PowderCell в свободном доступе http://powdercell-for-windows.software.informer.com/2.4/ Balls&Sticks в свободном доступе http://toycrate.web.fc2.com/bs/download/bs_download.html ATOMS демо-версия

			<p>http://www.shapesoftware.com/00_Web site Homepage/Demos/ATOMS65.exe</p> <p>6. Поисковые программы: Match демо-версия http://www.crystalimpact.com/match/download.htm</p> <p>7. Программы графического представления результатов: WinPlotr в свободном доступе https://www.ill.eu/sites/fullprof/php/downloads.html Powder3D в свободном доступе https://www.fkf.mpg.de/4708768/Powder3D.zip Origin демо-версия http://www.originlab.com/demodownload.aspx</p> <p>Операционная система Windows 7 Профессиональная – лицензия корпоративная УрФУ, срок действия - б/с, браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2010 - Профессиональная плюс, срок действия – б/с Неограниченный доступ к сети Интернет.</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не предусмотрено

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные спектроскопические методы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Емельянова Юлия Валерьевна	к.х.н.	доцент	Аналитической химии и химии окружающей среды
	Лакиза Наталья Владимировна	к.х.н., доцент	доцент	Аналитической химии и химии окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

3. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Емельянова Юлия Валерьевна, доцент, Лакиза Наталья Владимировна, доцент, Аналитической химии и химии окружающей среды

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология;

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1.	Атомная эмиссионная спектроскопия	Теоретические основы атомной спектроскопии. Возбуждение атомов. Процессы возбуждения и ионизации в плазме. Зависимость интенсивности спектральных линий от концентрации атомов в плазме и пробе. Источники возбуждения для эмиссионного спектрального анализа. Дуга постоянного тока, дуга переменного тока. Конденсированная искра. Газовый разряд низкого давления, плазмотрон, лазеры как источники возбуждения. Индуктивно-связанная плазма как современный источник возбуждения. Пробоподготовка. Аппаратура для эмиссионного спектрального анализа. Качественный спектральный анализ. Аналитические и последние линии Расшифровка спектрограмм. Учет наложения спектральных линий. Количественный спектральный анализ. Выбор аналитических линий, гомологические линии. Требования к эталонам. Способы построения градуировочных графиков: метод трех эталонов, метод постоянного графика, метод добавок.
2.	Атомно-абсорбционная спектроскопия	Общая характеристика и возможности метода ААА. Методы измерения поглощения атомного пара. Метод измерения линейного коэффициента поглощения (метод Уолша). Способы получения атомного пара. Системы распылитель-горелка. Процессы, происходящие в пламени. Непламенные способы атомизации. Аппаратура для атомно-абсорбционного анализа. Одно-, и дулучевые системы спектрометров. Типы атомно-абсорбционных спектрофотометров. Спектральные помехи. Структурная абсорбция. Методы коррекции фоновой абсорбции: метод сплошной среды, метод Зеемана, метод Смита—Хифтэ. Принципиальная схема и устройство атомно-абсорбционного спектрометра SOLAAR M6. Приемы атомно-абсорбционного анализа. Способы построения градуировочных графиков. Причины искривления градуировочных графиков. Источники ошибок физической и химической природы.
3	Молекулярная абсорбционная	Абсорбционная спектроскопия в видимой и УФ областях как метод исследования электронных спектров многоатомных

	спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области	молекул. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах. Характеристика спектрофотометрического метода. Основные законы поглощения: объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера, закон аддитивности. Причины отклонений от законов поглощения. Условия проведения фотометрических реакций. Аппаратура для спектрофотометрического анализа. Одно- и двухлучевые фотоэлектроколориметры Спектрофотометры. Метод абсолютной спектрофотометрии. Методы дифференциальной и полной дифференциальной спектрофотометрии. Метод двухволновой спектрофотометрии. Метод производной спектрофотометрии. Абсолютные и дифференциальные методы определения одного вещества. Абсолютные и дифференциальные методы определения нескольких веществ в растворе. Спектрофотометрическое титрование.
4.	Люминесцентный анализ	Явление люминесценции. Классификация видов люминесцентного излучения. Люминесценция дискретных центров и ее закономерности. Длительность и спектральный состав излучения. Квантовый и энергетический выход люминесценции дискретных центров. Закономерности люминесценции (закон Стокса - Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова). Связь квантового выхода со структурой молекул. Тушение люминесценции: концентрационное, температурное, примесями. Хемилюминесценция, механизм возникновения, применение хемилюминесцентного метода. Основы количественного флуоресцентного анализа. Зависимость яркости флуоресценции от концентрации определяемого компонента. Методы флуоресцентного анализа, особенности градуирования. Аппаратура люминесцентного анализа. Способы компоновки узлов прибора. Источники излучения, монохроматизирующие устройства. Приемники излучения. Современная аппаратура для люминесцентного анализа.
5.	Методы колебательной ИК и КР спектроскопии	Классическое и квантовомеханическое представление колебательных спектров. Гармонический и ангармонический осциллятор. Уровни энергии, правила отбора. Фундаментальные (основные), обертоновые и составные частоты. Нормальные колебания молекул. Естественные внутренние координаты. Симметрия молекул. Валентные и деформационные колебания. Изотопные эффекты. Метод комбинационного рассеяния (КР) света. Сканирующие и ИК Фурье-спектрометры. Метод нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). Элементы НПВО и многократного НПВО (МНПВО). Возможности метода НПВО. Техника и методика спектроскопии КР. Структурно-групповой анализ органических, неорганических и высокомолекулярных соединений. Идентификация химических соединений. Строение и структура. Конфигурация и конформация. Количественный анализ. Кинетика и механизм химических реакций. Межмолекулярные и ион-молекулярные взаимодействия.

3.3. Программа дисциплины реализуется:
на государственном языке Российской Федерации.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Буянова Е.С., Емельянова Ю.В. Учебно-методический комплекс дисциплины "Оптические методы анализа объектов окружающей среды и пищевых продуктов" <http://hdl.handle.net/10995/1402>
2. Буянова Е.С., Лакиза Н.В., Неудачина Л.К. ИПМК «Аппаратно-программный комплекс и учебно-методические материалы для реализации на современном технологическом и научно-техническом уровне программ общего курса аналитической химии и специальных курсов для студентов химического, биологического и физического факультетов Института естественных наук». Режим доступа: http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=12269

Печатные издания

1. Основы аналитической химии : учебник для студентов хим. направлений и хим. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения / [Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.] / Моск. гос. ун-т им. М. Л. Ломоносова ; под ред. Ю. А. Золотова .— Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 2004 .— 361 с. 115 экз
2. Основы аналитической химии : учебник для студентов хим. направлений и хим. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа / [Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш и др.] / Моск. гос. ун-т им. М. Л. Ломоносова ; под ред. Ю. А. Золотова .— Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 2004 .— 503 с. 50 экз

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

American Chemical Society
eLibrary ООО Научная электронная библиотека
American Institute of Physics
Платформа Nature
Springer Nature
ScienceDirect Freedom Collection Elsevier
Scopus
Elsevier
Springer Materials
Springer Nature
SpringerLink
Springer Nature
Web of Science Core Collection
Web of Science

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> – зональная научная библиотека УрФУ.

American Chemical Society

eLibrary ООО Научная электронная библиотека

American Institute of Physics

Платформа Nature

Springer Nature

ScienceDirect Freedom Collection Elsevier

Scopus

Elsevier

Springer Materials

Springer Nature

SpringerLink

Springer Nature

Web of Science Core Collection

Web of Science

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
2	Лабораторные занятия	Лаборатории спектрального анализа (309), спектрофотометрического анализа (307) Приборная база, лабораторное оборудование, материалы: - атомно-абсорбционный спектрометр SOLAAR M6, оснащённый персональным компьютером с соответствующим программным обеспечением - эмиссионный спектрометр с ИСП iCAP 6500, оснащённый	Не предусмотрено

		<p>персональным компьютером с соответствующим программным обеспечением</p> <p>- спектрофлуориметр «Флюорат-Панорама</p> <p>фотоколориметры КФК-2, КФК-2М, КФК-3, ФЭК-60 с набором кювет (кварцевые и стеклянные)</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не предусмотрено