

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
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1164757	Функциональные материалы и области их применения

Екатеринбург

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	Анимица Ирина Евгеньевна	доктор химических наук, доцент	Профессор	физической и неорганической химии
2	Ахматханов Андрей Ришатович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
3	Каймиева Ольга Сергеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды
4	Курляндская Галина Владимировна	доктор физико-математических наук, без ученого звания	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Функциональные материалы и области их применения**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из четырех дисциплин: «Керамические материалы», «Материалы для электроники», «Методы нанолитографии», «Наноструктурированные композиционные материалы». Целью модуля является формирование у студентов представлений о новых функциональных материалах, методах их изучения. Модуль знакомит студентов с возможностями практического применения материалов, в том числе в высокотехнологичных областях.

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	Наноструктурированные композиционные материалы	3
2	Керамические материалы	3
3	Материалы для электроники	3
4	Методы нанолитографии	3
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Методы получения материалов и наноматериалов 2. Методы диагностики материалов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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
Керамические	ОПК-2 - Способен выполнять исследования	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач

материалы	при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	<p>проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</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>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<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 в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p>
	ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в	<p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук</p>

	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 практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и физики	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</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>
	ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	<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>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p>
Материалы для электроники	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач,	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и

<p>планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>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>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>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
<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>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов</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 в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</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>ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического</p>

	и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и физики	<p>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 в своей профессиональной области</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов</p>
	ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР	<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>
Методы нанолитографии	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	<p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	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</p>

		интерпретировать их для формулирования заключений и выводов
	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-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 в выбранной области профессиональной деятельности</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 проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук	У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук
	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>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</p> <p>У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР,</p>

		<p>анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</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-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 с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</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>Наноструктурированные композиционные материалы</p>	<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</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-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p>

	<p>профессиональной области</p>	<p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p>
	<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>	<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 в выбранной области профессиональной деятельности</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</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p>

	<p>применения и продолжения работ 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 в своей профессиональной области</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 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 с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы в целом,</p>

		материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Наноструктурированные композиционные
материалы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Алябышева Ирина Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и неорганической химии
2	Анимица Ирина Евгеньевна	доктор химических наук, доцент	Профессор	физической и неорганической химии
3	Гусева Анна Федоровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 8 от 10.11.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Алябышева Ирина Владимировна, Доцент, физической и неорганической химии
- Анимица Ирина Евгеньевна, Профессор, физической и неорганической химии
- Гусева Анна Федоровна, Доцент, физической и неорганической химии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Основные понятия. Историческая справка. Типы композитов. Классификации композиционных материалов. Преимущества композиционных материалов. Перспективы применения наноконпозиционных материалов.
2	Теория ионной проводимости	Модель пространственного заряда. Теория перколяции. Описание проводимости композитов. Уравнение смешения. Термодинамическое описание композитов.
3	Методы получения и аттестации композитов	Особенности получения композиционных и наноструктурированных композиционных материалов. Методы получения в твердой фазе, из раствора, из газовой фазы. Специфические методы получения композитов. Особенности исследования фазового состава, морфологии поверхности, электротранспортных свойств композитов.
4	Композиционные твердые электролиты	Функциональные композиционные материалы. Анионпроводящие электролиты. Катионпроводящие электролиты. Композиты на основе низкотемпературных и высокотемпературных протонных проводников.
5	Конструкционные композиционные материалы	Применение композиционных материалов в промышленности. Классификация конструкционных композиционных материалов. Композиты с полимерной матрицей. Стеклопластики. Керметы. Бетоны.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется полностью на иностранном языке.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наноструктурированные композиционные материалы

Электронные ресурсы (издания)

1. Bezrukov, A.; Introduction to Smart Material : tutorial.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/100508.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Meyers, M. A., Ritchie, R. O., Sarikaya, M.; Nano and microstructural design of advanced materials; Elsevier, Amsterdam [etc.]; 2003 (1 экз.)
2. Kaxiras, E.; Atomic and electronic structure of solids; Cambridge university press, Cambridge; 2003 (1 экз.)
3. Cox, P. A.; Instant Notes Inorganic Chemistry; BIOS Scientific Publishers, London; 2004 (1 экз.)
4. , Soutis, C., Beaumont, P. W. R.; Multi-scale modelling of composite material systems. The art of predictive damage modelling; CRC Press : WP, Cambridge; 2005 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.scopus.com/>

<https://materials.springer.com/>

<https://link.springer.com/>

<http://apps.webofknowledge.com/>

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наноструктурированные композиционные материалы

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Керамические материалы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Каймиева Ольга Сергеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 8 от 10.11.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Каймиева Ольга Сергеевна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	История и классификация керамических материалов. Получение и микроструктура керамических материалов. Межфазные эффекты. Перенос вещества.
2	Силикатная керамика	Исходные материалы. Эмаль. Продукты: терракота, глиняная и фарфоровая посуда.
3	Процессы формования керамики	Химические характеристики. Физические свойства. Модификация свойств керамики. Керамические порошки, суспензии. Литье, прессование.
4	Оксидные материалы	Типы материалов. Керамика на основе оксида алюминия. Муллит. Шпинель. Материалы на основе оксида циркония. Другие оксиды.
5	Нитриды и карбиды	Получение и микроструктура. Нитриды кремния и алюминия. Карбиды кремния и бора. Химическая стабильность. Свойства и применение.
6	Материалы для резки, сверления, трибологии	Обработка материалов. Свойства материалов. Керамика и металлокерамика. Материалы для инструментов, работающих при низких и высоких температурах.
7	Огнеупорные материалы	Роль и функции огнеупорных материалов. Классификация. Дизайн и компоненты высокотемпературных печей. Термохимические и термомеханические свойства огнеупоров.

8	Биокерамика	Биомедицинская керамика и области ее применения. Биологические свойства. Обработка биокерамики.
----------	-------------	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется полностью на иностранном языке.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Керамические материалы

Электронные ресурсы (издания)

1. Матвеев, Д. Ю.; Physics of the solid state = Физика твердого тела : учебное пособие.; Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», Астрахань; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/99527.html> (Электронное издание)

2. Bezrukov, A.; Introduction to Smart Material : tutorial.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/100508.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Li, K.; Ceramic Membranes for Separation and Reaction; John Wiley & Sons, Ltd, Chichester; 2007 (1 экз.)

2. , Viswanathan, B.; Structure and Properties of Solid State Materials; Alpha Science International Ltd., Oxford; 2006 (1 экз.)

3. Maguire, Byron W., B. W.; Construction Materials; Reston Publishing Company, Reston (Virg.; 1983 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

ScienceDirect - <https://ezproxy.urfu.ru:2123/>

Web of Science (Web of Knowledge) <https://ezproxy.urfu.ru:2485/wos/woscc/basic-search>

Scopus - <https://ezproxy.urfu.ru:2074/search/form.uridisplay=basic#basic>

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Керамические материалы

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acadmс Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acadmс Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acadmс Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acadmс Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Материалы для электроники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Курляндская Галина Владимировна	доктор физико- математических наук, без ученого звания	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 8 от 10.11.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Курляндская Галина Владимировна, Профессор, магнетизма и магнитных наноматериалов

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение в электронные материалы.	Общий обзор проблемы. Описание программы и плана курса. Английский язык для электронных материалов: пополнение словарного запаса. Электронные материалы как основа электронных устройств. Зоны влияния электроники: связь, визуализация, системы движения, сенсорные системы, биомедицина.
2	Эволюция электроники.	Основы работы электронных устройств в разные периоды истории: 18 век (электричество); 19 век (электроника); 1950-е годы (микроэлектроника), после 1970-х (электроника микроконтроллеров). Микроволновые приложения. Физические пределы совершенствования электронных устройств. Презентация современных электронных материалов.
3	Методы получения и аттестации электронных материалов.	Физико-химический синтез (быстрозакаленные ленты и проволоки, композиционные проволоки, нанопроволоки, тонкие магнитные пленки, многослойные пленочные структуры, магнитные наночастицы, композиты с наночастицами). Дополнительные обработки. Стандартные и специфические методы аттестации.
4	Электронные компоненты.	Основная теория функционирования электронных компонент и способы их использования в схемах. Примеры устройства и рабочие режимы использования основных электронных компонент (аккумулятор, переключатель, предохранитель, кнопка,

		переключатель, реле, резистор, конденсатор, индуктор, трансформатор, инвертор, полевой транзистор, электромагнит, соленоид, двигатели, диод, транзистор и др.). Диоды - история прогресса (сигнальные диоды, выпрямительные диоды, стабилитрон, диод Шоттки, туннельный диод, PIN-диод и др.).
5	Магнитные материалы для сенсорных приложений и устройств магнитной памяти.	Магнитные материалы для сенсорных приложений и устройств магнитной памяти. Эффект анизотропного магнитосопротивления; гигантское магнитосопротивление; эффект Холла; магнитоупругий резонанс; туннельный эффект; гигантский магнитный импеданс и др.). История совершенствования устройств магнитной памяти от ферритовых сердечников до ГМС и нанопроволок. Электронные материалы и решения для особых условий (долговременная стабильность, устойчивость к коррозии, стабильность условий воздушного пространства, радиационная стойкость, условия биомедицинских приложений и т. д.). "Мягкая" магнитная среда и проблематика ее внедрения в современные электронные приложения.
6	Работа с электронными схемами и проектирование.	Личная и экологическая безопасность, соединительные элементы. Использование программного моделирования. Печатные платы. Прототипы легендарных сенсоров. Возможно ли их повторное использование в новом качестве Анализ рынка материалов современной электроники: акцент на многофункциональные композиты. Новые материалы для свежих идей: передача звука с помощью света; управление с помощью звука; синтезатор звука; звуковые эффекты микроконтроллера; обнаружение движений; вращающийся рычаг и т. д.). Резюме и будущее.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется полностью на иностранном языке.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материалы для электроники

Электронные ресурсы (издания)

1. Ким, К. К.; Foundations of basic electronics : учебник.; Ай Пи Эр Медиа, Саратов; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/80362.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Lion, Kurt S., K. S.; Elements of Electrical and Electronic Instrumentation : An Introductory Textbook; McGraw-Hill Company, New York; London; Mexico; Paris; 1975 (1 экз.)
2. Gottlieb, Irwing M., I. M.; Electronic Power Control; Tab Books. Blue Ridge Summit, S.l.; 1991 (2 экз.)
3. Irene, Eugene A., E. A.; Electronic Materials Science; Hoboken, Wiley-Interscience; 2005 (1 экз.)

4. Agarwal, A.; Foundations of analog and digital electronic circuits; Elsevier, Amsterdam [etc.]; 2005 (1 экз.)
5. Bajenescu, T. I., Titu I.; Reliability of electronic components : A practical guide to electronic systems manufacturing.; Springer, Berlin; 1999 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

ScienceDirect - <https://ezproxy.urfu.ru:2123/>

Scopus - <https://ezproxy.urfu.ru:2074/search/form.uridisplay=basic#basic>

Royal Society of Chemistry (RSC) - <https://ezproxy.urfu.ru:2687/>

SpringerMaterials - <https://ezproxy.urfu.ru:2461/>

Taylor & Francis (journals) - <https://ezproxy.urfu.ru:2128/>

Taylor Francis eBooks - <https://ezproxy.urfu.ru:2105/>

Web of Science (Web of Knowledge) <https://ezproxy.urfu.ru:2485/wos/woscc/basic-search>

Wiley Online <https://ezproxy.urfu.ru:2014/>

IEEE Xplore <https://ezproxy.urfu.ru:2165/Xplore/home.jsp>

eLibrary.ru <https://ezproxy.urfu.ru:2700/defaultx.asp>

Institute of Physics (IOP) <https://ezproxy.urfu.ru:2540/>

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материалы для электроники

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Adobe Systems Adobe Captivate 2019 11 Multiple Platforms Interational English AOO License TLP (1-9999) STATISTICA версия 6.1 (на русском языке)

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit</p> <p>RUS OLP NL Acdmc</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>OriginPro</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit</p> <p>RUS OLP NL Acdmc</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>OriginPro</p> <p>Photoshop Extended CS3 Russian version Win Educ</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit</p> <p>RUS OLP NL Acdmc</p>
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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>OriginPro</p> <p>Photoshop Extended CS3 Russian version Win Educ</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit</p> <p>RUS OLP NL Acdmc</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Не требуется</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Методы нанолитографии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ахматханов Андрей Ришатович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 8 от 10.11.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Ахматханов Андрей Ришатович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Предмет, цель, задачи и структура курса. История фотолитографии. Фотолитография как один из основных промышленных методов получения микро- и наноструктур. Области применения фотолитографии: микроэлектроника, нанофотоника, микро- и наноэлектромеханические системы (MEMS, NEMS). Развитие микроэлектронной промышленности. Закон Мура, увеличение степени интеграции и размеров пластин, уменьшение характерных размеров элементов. Фабрики микроэлектронного производства. Классификация литографических методов микро- и наноструктурирования. Основные этапы технологического процесса фотолитографии.
2	Резисты	Классификация резистов. Позитивные резисты. ДХН Резисты. Негативные резисты. Химические процессы при экспонировании и проявлении резистов. Растворители для резистов, их основные свойства. Хранение резистов, старение. Параметры резистов (толщина, чувствительность, спектральный диапазон, оптические свойства, стойкость к термической, химической и плазменной обработке). Спектральный диапазон резистов. Резисты для ближнего УФ диапазона. Особенности резистов для дальнего и экстремального УФ диапазонов. Химически усиленные резисты. Электронорезисты, рентгенорезисты.

3	Подготовка поверхности	<p>Необходимость очистки поверхности. Классификация типов загрязнений по форме и виду. Источники загрязнений. Контроль загрязнений, микроскопические и аналитические методы контроля. Методы предотвращения загрязнений. Физические и химические методы очистки в жидкой и газовой фазе, механические методы очистки. Методы повышения эффективности очистки. Очистка с помощью плазменных технологий. Промывка и сушка. Смачиваемость поверхности как индикатор чистоты. Обработка поверхности промоутерами адгезии.</p>
4	Процессы нанесения резиста	<p>Требуемые характеристики пленок резиста. Типы процессов нанесения: центрифугирование, распыление. Контроль параметров слоя резиста. Дефекты нанесения и методы борьбы с ними. Адгезия резиста к различным поверхностям.</p>
5	Термическая обработка резиста	<p>Необходимость термической обработки. Типы термической обработки. Предварительная термическая обработка резиста после нанесения. Роль содержания растворителя и воды в пленке резиста на ее свойства. Термическая обработка после проявления: сушка и задубливание. Физико-химические процессы при термической обработке резиста. Оборудование для термической обработки резиста.</p>
6	Совмещение и экспонирование	<p>Процесс экспонирования. Типы фотолитографии: контактная и проекционная. Принципы формирования изображения. Преимущества и особенности проекционной фотолитографии. Оборудование для фотолитографии. Безшаблонные методы экспонирования: электронно-лучевая литография, лазерная литография. Скорость обработки пластин в технологическом процессе экспонирования.</p> <p>Многослойный характер процессов литографии при создании микроэлектронных устройств – необходимость совмещения слоев. Совмещение слоев в контактной и проекционной фотолитографии. Метки совмещения. Точность совмещения. Усовершенствованные методы для совмещения с высокой точностью. Автоматизация процесса совмещения.</p> <p>Пространственное разрешение процесса фотолитографии. Элементы дифракционной теории формирования изображений при контактной и проекционной литографии. Эффекты близости. Методики улучшения разрешения фотолитографии: уменьшение длины волны излучения, иммерсионная литография, технологические методики улучшения разрешения (коррекция эффекта близости, фазосдвигающие маски, двойное экспонирование). Современное состояние и прогнозы развития технологии фотолитографии.</p>
7	Проявка резиста	<p>Принципиальные отличия позитивных и негативных резистов. Механизмы проявки изображения. Технология обращения изображения. Скорость проявки, контраст резиста. Поперечный профиль резистивной маски. Методы и оборудование для проявки резиста. Методы контроля и оптимизации процесса проявки.</p>
8	Снятие резиста	<p>Жидкостные химические методы снятия резиста: растворители, кислотные и щелочные составы. Плазмохимические методы</p>

		снятия резиста. Снятие сильно задубленного резиста. Подбор оптимального метода снятия резиста.
9	Фотошаблоны	Фотошаблоны для контактной и проекционной фотолитографии. Процесс разработки и изготовления фотошаблонов. Метрология и контроль фотошаблонов.
10	Методы переноса изображения	<p>Классификация методов обработки материала с использованием резистивной маски: нанесение, травление и модификация.</p> <p>Классификация методов нанесения тонких пленок. Типы наносимых веществ. Физическое нанесение через газовую фазу (PVD): электронно-лучевое и термическое испарение, молекулярно-лучевая эпитаксия, распыление, магнетронное распыление, реактивное распыление. Проблема получения тонкой пленки заданного состава. Химическое нанесение через газовую фазу (CVD). Золь-гель технология. Гальваническое осаждение. Применимость методов для нанесения различных типов веществ.</p> <p>Использование фоторезиста в качестве маски при нанесении. Прямая и обратная (взрывная, lift-off) литография. Механизм взрывной литографии. Требования к профилю резиста.</p> <p>Травление. Жидкостное химическое травление. Процесс травления. Растворение, диффузия, конвекция. Травители, практические рецепты.</p> <p>Плазмохимическое и реактивно-ионное сухое травление. Изотропное и анизотропное травление. Классификация методик сухого травления. Оборудование для сухого травления. Используемые газы, практические рецепты. Использование резистивной маски при травлении. Контроль размеров элементов при травлении.</p> <p>Методики модификация поверхностного слоя: диффузия, ионная имплантация.</p>
11	От микро- к нанолитографии	<p>Потребность в разработке методов нанолитографии: развитие микроэлектроники, нанотехнологии, нанофотоника, наноэлектромеханические системы. Возможности и перспективы оптической фотолитографии. Литография в области экстремального ультрафиолета (EUV). Масочная электронная и рентгеновская литография.</p> <p>Прямая запись электронным пучком. Преимущества и недостатки. Рассеяние пучка электронов при экспонировании резистов, эффект близости, методы коррекции эффекта близости. Многолучевые методы. Оборудование для электронно-лучевой литографии. Ионно-лучевая литография.</p> <p>Наноимпринт литография. Типы наноимпринт литографии. Материалы и оборудование. Литографическая индуцированная самосборка.</p> <p>Формирование наноструктур с помощью сканирующей туннельной микроскопии и сканирующей зондовой микроскопии. «Nanoink Dip-pen» литография.</p>

12	Технологии чистоты в микро- и нанолитографии	<p>Введение в технологии чистоты. Определение термина «чистое помещение». Роль чистых помещений в развитии науки и техники, в частности в нанотехнологии. Принципы построения чистых помещений. История чистых помещений. Стандарты классификации чистых помещений. Класс чистоты помещения. Классификация чистых помещений по типам воздухообмена. Турбулентные чистые помещения. Чистые помещения с однонаправленным движением воздуха. Характеристики воздухообмена. Способы снижения издержек, изоляторы, мини-зоны. Конструкционные материалы для чистых помещений. Высокоэффективная фильтрация воздуха. Определение концентрации частиц. Основы эксплуатации чистых помещений. Одежда для чистых помещений и дополнительные компоненты чистых помещений.</p> <p>Чистые технологические среды и материалы. Особо чистые химические реактивы, газы, твердые вещества. Свойства, применение и методы получения деионизованной воды.</p>
----	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется полностью на иностранном языке.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы нанолитографии

Электронные ресурсы (издания)

1. Ким, , К. К.; Foundations of basic electronics : учебник.; Ай Пи Эр Медиа, Саратов; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/80362.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Tietze, U., Schenk C, h.; Electronic Circuits : Des. and Applications.; Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg; New York; 1991 (1 экз.)

2. Lion, Kurt S., K. S.; Elements of Electrical and Electronic Instrumentation : An Introductory Textbook; McGraw-Hill Company, New York; London; Mexico; Paris; 1975 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>

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.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы нанолитографии

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
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется

