

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
1143614	Функциональные неорганические материалы

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	Гусева Анна Федоровна	к.х.н.	доцент	Кафедра физической и неорганической химии

Согласовано:

Управление образовательных программ



Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Функциональные неорганические материалы**

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из четырех дисциплин: «Материалы для электрохимических устройств преобразования энергии», «Наноструктурированные композиционные материалы», «Сегнето и пьезоэлектрики», «Современные полупроводниковые материалы и гетероструктуры». Модуль прививает навыки получения фундаментальных знаний о природе физических явлений в полупроводниковых материалах и системах с пониженной размерностью на основе полупроводниковых гетероструктур; сегнето- и пьезоэлектриках; кристаллических веществах для получения и преобразования энергии с учетом разупорядочения структуры; композитных материалах.

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	Материалы для электрохимических устройств преобразования энергии	3
2	Наноструктурированные композиционные материалы	3
3	Сегнето и пьезоэлектрики	3
4	Современные полупроводниковые материалы и гетероструктуры	3
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и корреквизиты 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
Материалы для электрохимическ	ОПК-2 - Способен выполнять исследования	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач

их устройств преобразования энергии	при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбрать 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 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 детали

		<p>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 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,</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое</p>

	<p>методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>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>
	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием</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</p>

	фундаментальных знаний и практических навыков	соответствующих целям 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 целям подходов и методов Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление
Наноструктурированные композиционные материалы	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	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое

	<p>комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</p>	<p>исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов 3-2 - 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 детальные 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</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 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</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 3-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа и систематизации результатов НИР и НИОКР У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы</p>

		<p>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 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>
Сегнето и пьезоэлектрики	<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 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</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 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</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов,</p>	<p>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</p>

	<p>модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</p>	<p>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 деталильные 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>3-1 - 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>3-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p> <p>3-2 - 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</p>

		<p>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</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 полупроводниковые материалы и гетероструктуры</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 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</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 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</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ</p>	<p>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</p>

	<p>решения поставленной задачи</p>	<p>конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные 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</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 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</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 З-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</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
Материалы для электрохимических устройств преобразования энергии

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Калинина Елена Григорьевна	к.х.н.	доцент	Физической и неорганической химии

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Калинина Елена Григорьевна, 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
1.	Введение	Ионный перенос в твердых телах. Феноменологическое описание. Теоретические модели ионного транспорта.
2.	Кислород-ионные проводники	Ионные проводники со структурой флюорита. Ионные проводники со структурой перовскита, браунмиллерита, пирохлора. Материалы семейств LAMOX, BIMEVOX.
2.	Протонные проводники	Высокотемпературные протонные проводники со структурой перовскита. Механизмы миграции протонов в высокотемпературных протонных проводниках. Транспортные характеристики высокотемпературных протонных проводников с примесным разупорядочением. Перовскитоподобные протонные проводники со структурным разупорядочением кислородной подрешетки. Структурные особенности. Транспортные свойства. Процессы гидратации. Низкотемпературные протонные электролиты. Суперпротонные электролиты. Композитные электролиты и композитный эффект.
4.	Катионные проводники	Катионные проводники. Li-ионные проводники. Na-ионные проводники. Материалы с проводимостью по мультивалентным катионам.
5.	Прикладные аспекты. Приборы и устройства	Материалы для микроэлектроники. ХИТ. Сенсоры. Электрохимический конвертер. Электролизеры. Твердооксидные топливные элементы.

1.3. Программа дисциплины реализуется:

на государственном языке Российской Федерации.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

1. Чеботин, Василий Николаевич. Физическая химия твердого тела / В. Н. Чеботин ; Ред. В. И. Козлова ; Худож. А. Я. Михайлов .— М. : Химия, 1982 .— 320 с. 23 экз
2. Чеботин, Василий Николаевич. Электрохимия твердых электролитов / В. Н. Чеботин, М. В. Перфильев ; под ред. В. Н. Чеботина .— М. : Химия, 1978 .— 312 с. 5 экз
3. Вест, Антони Р. Химия твердого тела. Теория и приложения : В 2 ч. : Пер. с англ. Ч. 2 / А. Р. Вест; Под ред. Ю. Д. Третьякова .— М. : Мир, 1988 .— 334 с. 10 экз
4. Бокштейн, Б. С. Диффузия атомов и ионов в твердых телах : [монография] / Б. С. Бокштейн, А. Б. Ярославцев .— Москва : МИСИС, 2005 .— 362 с. :101 экз
5. Фистуль, Виктор Ильич. Физика и химия твердого тела : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1 / В.И. Фистуль .— М. : Metallurgia, 1995 .— 480 с. 10 экз
6. Фистуль, Виктор Ильич. Физика и химия твердого тела : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 2 / В.И. Фистуль .— М. : Metallurgia, 1995 .— 320 с. 10 экз

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

1. Анимица И.Е., Кочетова Н.А., Нейман А.Я. Материалы для водородной энергетики. Учебн. пособие. Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та. 2009. 126 с.
2. Анимица И.Е., Кочетова Н.А., Нейман А.Я. Электрохимические методы исследования свойств материалов (методическое руководство). Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та. 2011. 48 с.
3. Анимица, И. Е. Протонный транспорт в сложных оксидах: [учеб. пособие] / И. Е. Анимица; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд во Урал. ун-та, 2014. — 216 с.

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

Полнотекстовая база данных научных публикаций ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com/>

Реферативная база данных Scopus <http://www.scopus.com/>

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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Наноструктурированные композиционные материалы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гусева Анна Федоровна	к.х.н., доцент	доцент	Физической и неорганической химии

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Гусева Анна Федоровна, 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
1.	Введение	Основные понятия. Историческая справка. Типы композитов. Классификация композитов. Методы получения композитов. Преимущества композиционных материалов. Перспективы применения нанокompозитных материалов.
2.	Теория ионной проводимости в композитах	Модель пространственного заряда. Перколяционная модель.
2.	Композиционные твердые электролиты	Анионпроводящие электролиты. Среднетемпературные протонные проводники на основе солевых систем. Перовскитоподобные протонные проводники со структурным разупорядочением кислородной подрешетки. Катионпроводящие электролиты
4.	Функциональные композиционные материалы	Применение композитных материалов в промышленности. Композиты с полимерной матрицей. Стеклопластики. Керметы . Оксидная керамика.

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

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

1. Чеботин, Василий Николаевич. Физическая химия твердого тела / В. Н. Чеботин ; Ред. В. И. Козлова ; Худож. А. Я. Михайлов .— М. : Химия, 1982 .— 320 с. 23 экз

2. Чеботин, Василий Николаевич. Электрохимия твердых электролитов / В. Н. Чеботин, М. В. Перфильев ; под ред. В. Н. Чеботина .— М. : Химия, 1978 .— 312 с. 5 экз
3. Вест, Антони Р. Химия твердого тела. Теория и приложения : В 2 ч. : Пер. с англ. Ч. 2 / А. Р. Вест; Под ред. Ю. Д. Третьякова .— М. : Мир, 1988 .— 334 с. 10 экз
4. Бокштейн, Б. С. Диффузия атомов и ионов в твердых телах : [монография] / Б. С. Бокштейн, А. Б. Ярославцев .— Москва : МИСИС, 2005 .— 362 с. :101 экз
5. Фистуль, Виктор Ильич. Физика и химия твердого тела : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1 / В.И. Фистуль .— М. : Metallurgia, 1995 .— 480 с. 10 экз
6. Фистуль, Виктор Ильич. Физика и химия твердого тела : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 2 / В.И. Фистуль .— М. : Metallurgia, 1995 .— 320 с. 10 экз
7. Уваров, Николай Фавстович. Композиционные твердые электролиты : [монография] / Н. Ф. Уваров ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т химии твердого тела и механохимии, М-во образования и науки РФ, Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т .— Новосибирск : СО РАН, 2008 .— 258 с 2 экз

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

1. Анимица И.Е., Кочетова Н.А., Нейман А.Я. Материалы для водородной энергетики. Учебн. пособие. Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та. 2009. 126 с. <http://hdl.handle.net/10995/1468>

ц. Анимица, И. Е. Протонный транспорт в сложных оксидах: [учеб. пособие] / И. Е. Анимица; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд во Урал. ун-та, 2014. — 216 с. <http://hdl.handle.net/10995/29019>

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

Полнотекстовая база данных научных публикаций ScienceDirect <http://www.sciencedirect.com/>

Реферативная база данных Scopus <http://www.scopus.com/>

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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Сегнето и пьезоэлектрики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ахматханов Андрей Ришатович	к.ф.-м.н.	доцент	Физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

3. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Ахматханов Андрей Ришатович, 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
1.	Введение	Развитие учения о сегнетоэлектричестве. Основные физические свойства сегнетоэлектриков. Температурная зависимость спонтанной поляризации и диэлектрических характеристик при фазовых переходах I и II рода. Закон Кюри-Вейсса. Сегнетоэлектрики типа смещения и типа порядок-беспорядок. Пироэлектрики, сегнетоэластики, антисегнетоэлектрики - определения и основные свойства.
2.	Домены	Сегнетоэлектрические домены и их симметрия. Методы наблюдения доменной структуры сегнетоэлектриков. Статическая доменная структура в одноосных и многоосных сегнетоэлектриках. Формирование доменной структуры при сегнетоэлектрическом фазовом переходе.
2.	Экранирование	Внешнее и объемное экранирование деполяризующих полей. Влияние собственных диэлектрических зазоров. Связанное внутреннее поле. Эффект усталости.
4.	Кинетика доменов	Механизмы переключения поляризации в сегнетоэлектриках. Кинетика доменной структуры одноосных сегнетоэлектриков в электрическом поле. Зародышеобразование. Боковое движение доменных стенок.
5.	Процессы переключения поляризации	Интегральные методы исследования. Петля диэлектрического гистерезиса. Метод Соьера-Тауера. Модель Прейсаха и ее модификации. Ток переключения. Методика Мерца. Формула Колмогорова-Аврами. Влияние конечных размеров.
6.	Теория сегнетоэлектрических фазовых переходов	Основы теории Ландау. Феноменологическая теория фазовых переходов II рода. Теория фазовых переходов I рода (близкого ко II-му).

7.	Феноменологическая теория несобственных сегнетоэлектриков	Теория антисегнетоэлектриков и их основные свойства. Сегнетоэластики. Релаксоры.
8.	Микроскопическая теория сегнетоэлектричества	Динамическая теория. Концепция "мягкой моды".
9.	Экспериментальное изучение сегнетоэлектриков	Спонтанная поляризация. Диэлектрические измерения в слабом поле. Исследования при высоких давлениях и в сильных электрических полях. Пироэлектрические и пьезоэлектрические свойства.
10.	Фотосегнетоэлектрические явления	Оптические свойства сегнетоэлектриков. Фоторефрактивный эффект. Генерация второй гармоники – квазифазовый синхронизм.
11.	Тонкие пленки.	Методы создания тонких пленок. Интегральные сегнетоэлектрики. Сегнетоэлектрические запоминающие устройства. Эффекты деградации.
12.	Применение сегнетоэлектриков	Устройства, основанные на эффекте переключения. Применения, основанные на зависимости характеристик от процессов переключения. Гибридные структуры. Применение сегнетоэлектриков без переключения.

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

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Учебно-методический комплекс дисциплины "Исследование кинетики субмикронных и нанодоменных структур в сегнетоэлектрических монокристаллах при внешних воздействиях" [Электронный ресурс] / В. Я. Шур, Е. Л. Румянцев; Федер. агентство по образованию, Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького, ИОНЦ "Нанотехнологии и перспективные материалы" [и др.]. — Электрон. дан. (10,9 Мб). — Екатеринбург: [б. и.], 2007. <http://elar.urfu.ru/handle/10995/1318>

Печатные издания

1. Струков, Борис Анатольевич. Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах : [учебное пособие для физических специальностей вузов] / Б. А. Струков, А. П. Леванюк .— Москва : Наука, 1983 .— 240 с. 2. Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применения / Дж. Барфут, Дж. Тей-лор – Москва : Мир, 1981. – 528 с. 21 экз

2. Лайнс, М. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы = Principles and application of ferroelectrics and related materials / М. Лайнс, А. Гласс ; пер. с англ. под ред. В. В. Леманова, Г. А. Смоленского .— М. : Мир, 1981 .— 736 с. 4. Фридкин В.М. Фотосегнетоэлектрики / В.М. Фридкин – Москва : Наука, 1979. – 264 с. 10 экз

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

Не используются

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://e.lanbook.com/>

<http://biblioclub.ru/>

<http://www.tandfonline.com>

<http://scitation.aip.org/>

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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не предусмотрено

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные полупроводниковые материалы и гетероструктуры

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Якунин Михаил Викторович	д.ф.-м.н., старший научный сотрудник	профессор	Физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

4. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Авторы:

- Якунин Михаил Викторович, профессор, 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
1.	Введение	История открытия полупроводников. Основные свойства полупроводников. Применение полупроводников в науке и технике. Классификация полупроводников. Методы выращивания полупроводниковых кристаллов. Методы получения низко-размерных структур: двумерных квантовые слои, квантовых проволок и точек.
2.	Атомная структура	Внешние оболочки атомов и типы сил связи в твердых тела: ван-дер-ваальсова, ионная и ковалентная связь. Структуры важнейших полупроводников – элементарных и соединений типов АЗВ5, А2В6, А4В6. Трансляционная симметрия кристаллов. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Ячейка Вигнера—Зейтца. Решетка Браве. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Обратная решетка, её свойства. Зона Бриллюэна.
2.	Зонная структура	Формулировка общей квантово-механической задачи. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение. Простейшие модели: одномерный ящик и модель Кронига-Пенни. Теорема Блоха. Форма краев зон. Характер движения электрона в периодическом потенциале. Групповая скорость. Эффективная масса. Типы зонной структуры в кристаллических телах: металлы, полуметаллы, диэлектрики. Зонная структура конкретных полупроводников. Влияние внешних воздействий на зонную структуру.
4.	Примеси и дефекты	Химическая природа и электронные свойства примесей. Примеси замещения, внедрения, вакансии. Точечные, линейные и двумерные дефекты. Граница кристалла, как дефект. Мелкие примесные уровни (водородоподобная примесь). Спектр и волновые функции мелких донорных и акцепторных состояний. Спектр слабо- и

		сильнолегированных полупроводников.
5.	Статистика	Распределение Ферми-Дирака. Уровень Ферми. Вырожденный и невырожденный электронный газ. Плотность состояний. Эффективная масса плотности состояний. Концентрация носителей заряда в зонах и на локальных уровнях. Интегралы Ферми. Решение уравнения электронейтральности для собственного полупроводника. Решение уравнения электронейтральности в примесном полупроводнике.
6.	Явления электронного переноса	Электропроводность. Подвижность. Транспортное время релаксации импульса. Закон Ома в анизотропных полупроводниках. Дрейфовая эффективная масса. Тензор электропроводности, эффект Холла и магнитосопротивления. Уравнение Больцмана. Правило усреднения времени релаксации импульса. Эффект Холла и магнитосопротивление. Время релаксации и вероятность квантовых переходов. Рассеяние на ионизированной примеси. Зависимость времени релаксации от энергии для различных механизмов рассеяния. Температурная зависимость подвижности
7.	Магнитные квантовые эффекты	Энергетический спектр электронов и дырок в магнитном поле. Плотность состояний. Учет спина. Осцилляции Шубникова-де Гааза. Определение концентрации и эффективной массы из осцилляций Шубникова-де Газа. Магнитофононный резонанс (МФР). Определение эффективной массы из МФР. Межзонное и примесное магнитное вымораживание носителей. Циклотронный резонанс.
8.	Новые полупроводниковые материалы	Магнитные и полумагнитные полупроводники. Спинтроника. Спиновый клапан. Спиновый транзистор. Спиновые светоизлучающие диоды. Органические полупроводников. Малые органические молекулы, полимеры. Органические полупроводниковые кристаллы. Электронная структура. Легирование. Транспортные свойства. Оптические свойства. Графен и углеродные нанотрубки. Структура. Зонная структура. Электрические и оптические свойства.
9.	Гетероструктуры	Гетероструктуры. Методы выращивания. Размерное квантование. Двумерные и квазидвумерные электронные системы и структуры, в которых они реализуются. Контра- и ковариантные композиционные сверхрешетки, легированные сверхрешетки. Квантовые ямы. Квантовые нити. Квантовые точки. Энергетический спектр электронов и плотность состояний в этих системах. Оптические явления в структурах с квантовыми ямами. Межзонное поглощение и излучательная рекомбинация в этих структурах. Экситоны в квантовых ямах, квантово-

		размерный эффект Штарка. Электрические и гальваномагнитные явления в двумерных структурах. Квантовый эффект Холла
--	--	---

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

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

1. Ансельм, А. И. Введение в теорию полупроводников / А.И. Ансельм .— Москва|Ленинград : Государственное издательство физико-математической литературы, 1962 .— 422 с. — <http://biblioclub.ru/> .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479539>>.
2. Зегря, Г. Г. Основы физики полупроводников : учебное пособие / Г.Г. Зегря, В.И. Перель .— Москва : Физматлит, 2009 .— 336 с. — <http://biblioclub.ru/> .— ISBN 978-5-9221-1005-1 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68394>>.
3. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов : учебное пособие / А.И. Лебедев .— Москва : Физматлит, 2008 .— 488 с. — <http://biblioclub.ru/> .— ISBN 978-5-9221-0995-6 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68403>>.

Печатные издания

1. Ансельм, Андрей Иванович. Введение в теорию полупроводников : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по физ. и техн. специальностям / А. И. Ансельм .— Изд. 3-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008 .— 624 с. 11 экз.
2. Шалимова, Клавдия Васильевна. Физика полупроводников : учебник [для студентов физ. и техн. специальностей] / К. В. Шалимова .— Изд. 4-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010 .— 400 с. 2 экз
3. Грундман, Мариус. Основы физики полупроводников. Нанofизика и технические приложения : [учебник] / М. Грундман ; пер. с англ. [И. В. Ванюшина и др.] под ред. В. А. Гергеля .— 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012 .— 772 с. 3 экз

Профессиональные базы данных, информационно-справочные

Не используются

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

Электронные ресурсы ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;

Электронные ресурсы Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;

Электронные ресурсы ScienceDirect: <http://www.scifinder.com>

Электронные ресурсы Web of Science: <http://reaxys.org>

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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не предусмотрено