

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
1164756	Функциональные неорганические материалы

Екатеринбург

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

Программа модуля 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
2	Пелегов Дмитрий Вячеславович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
3	Шур Владимир Яковлевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем
4	Якунин Михаил Викторович	доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

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

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из четырех дисциплин: «Материалы для электрохимических устройств преобразования энергии», «Биомагнетизм и биомагнитные 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; биомагнитных 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	Сегнето и пьезоэлектрики	3
2	Современные полупроводниковые материалы и гетероструктуры	3
3	Материалы для электрохимических устройств преобразования энергии	3
4	Биомагнетизм и биомагнитные материалы	3
ИТОГО по модулю:		12

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	1. Методы получения материалов и наноматериалов 2. Методы диагностики материалов
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	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
Биомагнетизм и биомагнитные материалы	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>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>
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
	ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из</p>

		<p>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>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 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>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-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</p>

		<p>прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p>
Материалы для электрохимических устройств преобразования энергии	<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p>
	<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</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</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>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</p>

	<p>решения поставленной задачи</p>	<p>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 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>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, материально-технического сопровождения 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</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ПК-1 - Способен проводить синтез и комплексные</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности</p>



	<p>исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</p>	<p>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>
	<p>ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук</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>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>

	<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>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p>
Современные полупроводниковые материалы и гетероструктуры	<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</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</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>материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</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 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 в своей профессиональной области</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов</p>
<p>ПК-4 - Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в</p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР</p>

	<p>рамках прикладных 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>
--	--------------------------------------	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Сегнето и пьезоэлектрики**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шур Владимир Яковлевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	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:

- Шур Владимир Яковлевич, Профессор, 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	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.
3	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.

### 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

### Сегнето и пьезоэлектрики

#### 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. Busch, Busch G., Schade, Schade H.; Lectures on Solid State Physics; Pergamon Press, Oxford; New York; Toronto et al.; 1976 (1 экз.)

2. Hama, Hama C., Burghardt, H., Frauenheim, T.; Electrical Conduction Mechanisms in Solids : Phys. Monogr.; VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin; 1988 (1 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://www.tandfonline.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

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

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сегнето и пьезоэлектрики

#### 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	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc



		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	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**  
**Современные полупроводниковые**  
**материалы и гетероструктуры**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Якунин Михаил Викторович	доктор физико- математических наук, старший научный сотрудник	Профессор	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:

- **Якунин Михаил Викторович, Профессор, 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	История открытия полупроводников. Основные свойства полупроводников. Применение полупроводников в науке и технике. Классификация полупроводников. Методы выращивания полупроводниковых кристаллов. Методы получения низко-размерных структур: двумерных квантовых слоев, квантовых проволок и точек.
2	Атомная структура	Внешние оболочки атомов и типы сил связи в твердых телах: ван-дер-ваальсова, ионная и ковалентная связь. Структуры важнейших полупроводников – элементарных и соединений типов A <sub>3</sub> B <sub>5</sub> , A <sub>2</sub> B <sub>6</sub> , A <sub>4</sub> B <sub>6</sub> . 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.
3	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 Гааза. 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.

### 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

### Современные полупроводниковые материалы и гетероструктуры

#### 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)

#### Печатные издания

1. Seeger, Seeger K.; Semiconductor Physics : An Introduction.; Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg; New York; 1982 (1 экз.)

2. Hama, Hama C., Burghardt, H., Frauenheim, T.; Electrical Conduction Mechanisms in Solids : Phys. Monogr.; VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin; 1988 (1 экз.)

3. Kaxiras, E.; Atomic and electronic structure of solids; Cambridge university press, Cambridge; 2003 (1 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные 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>

#### 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

### Современные полупроводниковые материалы и гетероструктуры

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</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>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</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>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</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>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Материалы для электрохимических**  
**устройств преобразования энергии**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Пелегов Дмитрий Вячеславович	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:

- Пелегов Дмитрий Вячеславович, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Смешанная модель обучения с использованием онлайн-курса УрФУ;
- 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	Сенсоры (датчики). Основные понятия и определения	Классификация и принцип работы основных видов сенсоров (датчиков). Общие характеристики сенсоров. Химические датчики и их характеристики, классификация. Потенциометрические, амперометрические и резистивные сенсоры: теоретические основы, принцип действия. Актуальные проблемы и практическое использование газовых сенсоров в науке и технике.
2	Керамические мембраны	Современные тенденции в производстве энергии. Общие особенности мембранных процессов и типы мембран. Определение и классификация мембран. Возможные варианты применения мембран. Мембранные реакторы. Кислородные мембраны. Различные принципы работы кислородной мембраны: смешанный ионно–электронный проводник, твердоэлектролитная ячейка (кислородный насос). Требования к материалам кислородной мембраны. Композитная двухфазная мембрана. Термодинамические условия конверсии метана в оксидном мембранном конвертере. Теоретический анализ массопереноса в мембранах. Уравнение Вагнера. Катализаторы парциального окисления метана. Проблемы поиска новых смешанных проводников для керамических мембран.
3	Топливные элементы и Электролизеры	Топливные элементы и их преимущества. Классификации топливных элементов. Основные типы и характеристики ТЭ. Схемы работы топливных элементов. Твердооксидные



		<p>топливные элементы. Понятие о средне- и высокотемпературных топливных элементах. Типы конструкций ТОТЭ. Требования к материалам компонентов ТОТЭ: твердый электролит, электроды, интерконнекторы. Классификация электролитов. Термодинамический анализ работы топливного элемента, ЭДС, максимальный термодинамический КПД. Реальный КПД топливного элемента. Поляризационные и омические потери при работе топливного элемента. Анализ вольт-амперной кривой топливного элемента. Максимальная мощность элемента. Проблемы поиска новых твердых электролитов и смешанных проводников для топливных элементов.</p> <p>Электролизная технология производства водорода и способы ее реализации. Типы электролизеров (щелочной, с твердым полимерным электролитом, с твердооксидным электролитом). Проблемы и перспективы развития электролизной технологии производства водорода.</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

### Материалы для электрохимических устройств преобразования энергии

#### 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. Glasstone, S.; An Introduction to Electrochemistry; Van Nostrand Company, New York; 1951 (1 экз.)
3. , Vielstich, Vielstich W., Lamm, Lamm A., Gasteiger, Hubert A., H. A.; Fuel Cell Technology and Applications. P. 1; WILEY, Chichester; 2005 (1 экз.)
4. , Vielstich, Vielstich W., Lamm, Lamm A., Gasteiger, Hubert A., H. A.; Fuel Cell Technology and Applications. P. 2; WILEY, Chichester; 2005 (1 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Онлайн-курс "Batteries, Fuel Cells, and their Role in Modern Society" (<https://courses.openedu.urfu.ru/course-v1:UrFU+BATFUELC2017+2022>)

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

### Материалы для электрохимических устройств преобразования энергии

### 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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	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	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	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**  
**Биомагнетизм и биомагнитные материалы**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
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	Магнетизм вокруг нас.	Общий взгляд на курс. Описание программы и плана работы. Английский язык для биомагнитных материалов: пополнение словарного запаса. Понимание магнетизма. Краткая история открытия и использования природных магнитных материалов. Магнитные поля и микроволны во Вселенной: от начала к будущему. Геомагнетизм. Измерение магнитного поля Земли.
2	Биосистемы и магнетизм.	Простейшая классификация биоконтакт одноклеточных и многоклеточных живых систем. Масштаб размеров биологических объектов и биоконтакт в сравнении с размерами природных и искусственно синтезированных магнитных материалов. Магнитные и электрические свойства некоторых природных биологических материалов, принадлежащих к разным живым системам.
3	Электрические и магнитные поля живых организмов.	Факторы физической среды, влияющие на жизнедеятельность организмов. Электромагнитные поля в окружении человека. Биологические эффекты электромагнитных полей. Биомагнетизм живых систем, использующих магнитное поле Земли для управления жизненным циклом. Основы функционирования живых «компасов». Физические, химические и магнитные свойства железа и 3d-металлов. Роль железа в зарождении и развитии ранней жизни на Земле.
4	Биосенсоры	Строение и функции биомембран. Биомембрана как селективный барьер. Транспортные свойства биомембран.

		<p>Краткий обзор процессов, происходящих на поверхности биомембран. Определение биосовместимости. Примеры и подходы к биосовместимости. Магнетит как уникальный магнитный материал для биомедицинских приложений. Определение биосенсора. Распознавание на молекулярном уровне. Маркеры, используемые для анализа процессов в живых системах (оптические, магнитные, радиоактивные, на основе взаимодействия с электронным пучком и др.). Классификация существующих типов биосенсоров. Место биосенсоров в биомедицинских приложениях. Сахарный диабет как одно из самых распространенных заболеваний. Иллюстрация концепции дизайна биосенсора на примере детекторов глюкозы.</p>
5	Магнитные биосенсоры.	<p>Критерии работы разных магнитных материалов в одном устройстве. Электронная схема как часть всего устройства. Классификация существующих типов магнитных биосенсоров. Магнитные маркеры. Основные требования к магнитным маркерам для биодетектирования. Примеры магнитных биосенсоров, работающих по принципу обнаружения суперпарамагнитных маркеров. «Биочипы». Магнитные материалы для намагничивающихся (суперпарамагнитных) меток. Магнитные материалы для чувствительных элементов и электронных схем. Подходы к совместимости и оптимизации.</p>
6	Биосенсоры биогенных сигналов.	<p>Электрокардиограмма и магнитокардиограмма, электроэнцефалограмма и магнитоэнцефалограмма - сравнительный анализ преимуществ и недостатков. Магнитные методы их диагностики и лечения раковых заболеваний. Магнитотерапия. Примеры имплантированных датчиков, датчиков с магнитными компонентами и датчиков для анализа независимо функционирующих живых систем. Некоторые шаги на пути к персонализированной медицине.</p>
7	Биологические эффекты электромагнитных полей.	<p>Обзор популярной и научной литературы за последние годы. Проблема биологических эффектов электромагнитных полей в ряду социальных, психологических и экологических проблем нового типа.</p>
8	Естественная магнитная биосенсорика.	<p>Естественная магнитная биосенсорика как отражение эволюционных процессов. Перспективы магнитной сенсорики в направлении развития гибридных биосистем и искусственного интеллекта. Перспективы и направления будущей эволюции человека.</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**

### **Биомагнетизм и биомагнитные материалы**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Шестерень, А. О.; Formation Physics. Физика пласта : учебное пособие на английском языке.; Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/83242.html> (Электронное издание)
2. Дмитриева, Е. В.; English Guide for Bio-Medical Engineers : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, Оренбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/54105.html> (Электронное издание)
3. Дмитриева, Е. В.; English Guide for Bio-Medical Engineers : учебное пособие.; Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, Оренбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/54105.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. , Andrä, W., Nowak, H.; Magnetism in medicine : a handbook.; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim; 2007 (1 экз.)
2. , Kronmüller, H., Parkin, S.; Micromagnetism; John Wiley & sons, Ltd., Chichester; 2007 (1 экз.)
3. , Kronmüller, H., Parkin, S.; Spintronics and magnetoelectronics; John Wiley & sons, Ltd., Chichester; 2007 (1 экз.)
4. Levy, L.-P.; Magnetism and superconductivity; Springer, Berlin; 2000 (1 экз.)
5. Teoh Swee Hin; Engineering materials for biomedical applications; World scientific, New Jersey [etc.]; 2004 (1 экз.)
6. , Kumar, Ch.; Biofunctionalization of Nanomaterials; WILEY-VCH, Weinheim; 2006 (1 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<http://www.oxfordjournals.org/en/>

<http://www.tandfonline.com>

<http://onlinelibrary.wiley.com/>

<http://pubs.acs.org/>

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

<http://www.annualreviews.org>

<http://elibrary.ru>

<http://iopscience.iop.org/>

<http://search.ebscohost.com>

<https://www.nature.com/siteindex>

<http://km.ins.urfu.ru/study/tutorials.html>

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

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

Nature

Publishing

[https://ezproxy.urfu.ru:2678/authorizeresponse\\_type=cookie&client\\_id=grover&redirect\\_uri=https%3A%2F%2Fwww.nature.com%2Fnature](https://ezproxy.urfu.ru:2678/authorizeresponse_type=cookie&client_id=grover&redirect_uri=https%3A%2F%2Fwww.nature.com%2Fnature)

SpringerLink - <https://ezproxy.urfu.ru:2471/>

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

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

### **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**

### **Биомагнетизм и биомагнитные материалы**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Cisco C3750X-24 LAN Base to IP Base E-License ( L-C3750X-24-L-S) OriginPro Photoshop Extended CS3 Russian version Win Educ CorelDRAW Graphics Suite X3 Russian Acrobat 8.0 Pro Russian Version Win Full Educ Comsol Multiphysics Academic SingleUser; Comsol AC/DC Module Academic SingleUser.
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Cisco IP Base to Ent. Services license for 16 Port Catalyst 4500-X ( L-C4500X-16P-IP-ES) OriginPro



		<p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Photoshop Extended CS3 Russian version Win Educ</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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>OriginPro</p> <p>Windows Server Datacenter 2012R2 Single MVL 2Proc A Each Academic</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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Не требуется</p>