

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
1164754	Электрические и магнитные свойства твердых тел

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	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Киселев Евгений Александрович	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и неорганической химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Электрические и магнитные свойства твердых тел

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает дисциплины «Магнитные свойства твердых тел» и «Электротранспортные явления в твердых телах». Модуль ориентирован на углубление подготовки студентов к самостоятельной научной работе и содержит значительную практическую часть, в которой основное внимание уделяется решению типичных задач, связанных с изучением электрических и магнитных свойств твердых тел.

## 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	Электротранспортные явления в твердых телах	3
2	Магнитные свойства твердых тел	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Современные теоретические основы химии материалов
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Функциональные материалы и области их применения 2. Функциональные неорганические материалы

## 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
Магнитные свойства	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и

твердых тел	<p>фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>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 решения поставленной задачи</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p>
	<p>ПК-2 - Способен проводить патентно-</p>	<p>З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и</p>

<p>информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук</p>	<p>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>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-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>

	ПК-5 - Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР	З-1 - Привести примеры нормативных документов по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции, проведения прикладных НИР и НИОКР
Электротранспортные явления в твердых телах	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно 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	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</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p>
	<p>ПК-2 - Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук</p>	<p>З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации</p> <p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии, физике и смежным областям</p>
	<p>ПК-3 - Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p>

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



		материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР
	ПК-5 - Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР	<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>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электротранспортные явления в твердых**  
**телах**

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	Киселев Евгений Александрович	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и неорганической химии

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 8 от 10.11.2023 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Киселев Евгений Александрович, Доцент, физической и неорганической химии**

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

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

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

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

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Явления переноса в твердых телах: основные понятия и определения	Явления переноса в твердых телах: основные понятия и определения. Линейная термодинамика неравновесных процессов: принципы Онзагера. Явления переноса при единичных и смешанных градиентах: химического потенциала, температуры и электрического поля. Уравнения электро- и теплопроводности. Законы Фика. Диффузия и ионная проводимость в смешанных проводниках. Термодиффузия и термоэлектрические явления: эффекты Зеебека, Пельтье и Томпсона. Абсолютная термоэлектрическая шкала.
2	Экспериментальные методы исследования явлений переноса в твердых телах при высоких температурах	Методы измерения электропроводности: двухзондовая и четырехзондовая схема измерения электропроводности, метод Ван-дер-Пау. Интегральный и дифференциальный метод измерения коэффициентов термо-эдс. Методы оценки ионной проводимости и коэффициентов диффузии, скоростей обмена смешанных электронных и кислород-ионных проводниках с газовой фазой (на примере фаз Раддлсдена - Поппера): измерения кислородопроницаемости, изотопного обмена, релаксация электропроводности, метод Хэбба-Вагнера и его модификации. Обработка экспериментальных данных на конкретных примерах. Спектроскопия электрохимического импеданса.
3	Обработка экспериментальных данных	Вывод и анализ основных уравнений для описания термо-эдс и электропроводности в проводниках со смешанной ионной и электронно-дырочной проводимостью в зависимости от внешних термодинамических параметров: температуры и

	по модельным представлениям	давления летучего компонента. Квазисвободные и локализованные состояния электронных дефектов, прыжковый механизм и зонная модель переноса. Гомогенная и гетерогенная термо-эдс в ионных и смешанных проводниках. Формулы Хейкса и их модификации с учетом спинового вырождения локализованных состояний электронных дефектов. Расчёт и/или уточнение основных характеристик электронно-дырочного транспорта в сложноксидных системах (на примере фаз Раддлесдена - Поппера): теплоты переноса, энергий активации и подвижности электронных дефектов.
--	-----------------------------	--

### 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

### Электротранспортные явления в твердых телах

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Selivanova, N. M.; Physical Chemistry : educational aid.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/79252.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

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

2. , Harbeke, G.; Polycrystalline Semiconductors : Physical Properties and Applications : Proc. of the Intern. School of Materials Science and Technology at the Ettore Majorana Centre, Erice, Italy, July 1-15, 1984.; Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg [et al.]; 1985 (1 экз.)

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

<https://materials.springer.com>

<https://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

#### Электротранспортные явления в твердых телах

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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	Office 365 EDUA5 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	OriginPro Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	OriginPro Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	OriginPro Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	OriginPro Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Maple 11

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся	
--	--	---	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Магнитные свойства твердых тел**

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	Волегов Алексей Сергеевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	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:

- **Волегов Алексей Сергеевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов**

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

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

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

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

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Основные способы создания магнитных полей и методы измерения основных магнитных характеристик	Макроскопические магнитные характеристики веществ. Намагниченность. Восприимчивость. Магнитная проницаемость. Различные типы магнитного состояния конденсированных сред. Основные способы создания магнитных полей различной напряженности. Квазистатические и импульсные поля. Физические принципы и основные методы измерения магнитного поля. Методы измерения магнитных свойств веществ.
2	Магнитные свойства электронных оболочек атомов. Диамагнетизм и парамагнетизм	Природа магнитокристаллической анизотропии. Связь анизотропии с электронной конфигурацией 3d- и 4f-ионов. Энергия анизотропии. Кривые намагничивания монокристаллов. Другие виды магнитной анизотропии: анизотропия формы, наведенная магнитная анизотропия, однонаправленная анизотропия. Анизотропная и объемная магнитострикция. Основные механизмы магнитострикции.
3	Ферромагнетизм	Теория молекулярного поля. Приближение молекулярного поля в описании фазовых переходов ферромагнетизм-парамагнетизм. Спиновые волны. Природа ферромагнетизма. Основные типы обменного взаимодействия. Обменная энергия.
4	Магнитная анизотропия. Магнитоупругие явления в твердых телах	Природа магнитокристаллической анизотропии. Связь анизотропии с электронной конфигурацией 3d- и 4f-ионов. Энергия анизотропии. Кривые намагничивания монокристаллов. Другие виды магнитной анизотропии:



		анизотропия формы, наведенная магнитная анизотропия, однонаправленная анизотропия. Анизотропная и объемная магнитострикция. Основные механизмы магнитострикции.
5	Доменная структура ферромагнетиков. Процессы намагничивания ферромагнетиков. Магнитный гистерезис	Доменная граница, её энергия и ширина, основные типы доменных границ. Процессы смещения доменных границ. Методы исследования доменной структуры. Однодоменность. Суперпарамагнетизм. Процессы смещения и вращения. Перемагничивание одноосных и многоосных кристаллов путем однородного вращения. Основные причины магнитного гистерезиса.
6	Антиферромагнетики и ферримагнетизм. Сложные магнитные структуры	Магнитная структура. Теория молекулярного поля. Процессы намагничивания одноосных антиферромагнетиков. Опрокидывание подрешеток. Метамагнитные переходы. Ферримагнетизм. Температурная зависимость намагниченности ферримагнетиков. Гелимагнетики, слабые ферромагнетики. Спиновое стекло. Миктомагнетизм.
7	Влияние магнитного упорядочения на физические свойства твердых тел	Теплоемкость, электросопротивление, тепловое расширение твердых тел, обладающих магнитным упорядочением.
8	Магнитные материалы	Общая классификация (магнитотвердые, магнитомягкие, магнитострикционные, материалы для записи информации, спинтронные материалы, магнитокалорические материалы, магнитные материалы для медицинских приложений). Основные требования, применение.

### 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

### Магнитные свойства твердых тел

#### 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. Skomski, R.; Simple models of magnetism; Oxford University Press, Oxford; 2012 (1 экз.)
2. , Kronmüller, H., Parkin, S.; Fundamentals and theory; John Wiley & sons, Ltd., Chichester; 2007 (1 экз.)
3. , Kronmüller, H., Parkin, S.; Micromagnetism; John Wiley & sons, Ltd., Chichester; 2007 (1 экз.)
4. , Kronmüller, H., Parkin, S.; Novel techniques for characterizing and preparing samples; John Wiley & sons, Ltd., Chichester; 2007 (1 экз.)

5. , Kronmüller, H., Parkin, S.; Spintronics and magnetoelectronics; John Wiley & sons, Ltd., Chichester; 2007 (1 экз.)

6. , Kronmüller, H., Parkin, S.; Novel materials; John Wiley & sons, Ltd., Chichester; 2007 (1 экз.)

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

American Chemical Society

American Institute of Physics

Платформа Nature

Springer Nature

ScienceDirect Freedom Collection Elsevier

Scopus

Elsevier

Springer Materials

Springer Nature

SpringerLink

Springer Nature

Web of Science Core Collection

Web of Science

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

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

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Магнитные свойства твердых тел**

**Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

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