

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

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1154627	Дополнительные главы физики конденсированного состояния

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Фундаментальная и прикладная физика	<b>Код ОП</b> 1. 03.05.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Фундаментальная и прикладная физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 03.05.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Дополнительные главы физики конденсированного состояния**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В дисциплине «Атомы в кристаллах» рассматриваются различные вопросы описания электронной структуры атомов в кристаллах, теория кристаллического поля и поля лигандов, элементы квантовой химии, электронно-колебательные взаимодействия и эффект Яна-Теллера, взаимодействие атомов, сверхтонкие взаимодействия, оптические и магнитооптические свойства атомов. Дисциплина «Физика неупорядоченных систем» дает студентам основные сведения о физических моделях, используемых для анализа физических свойств неупорядоченных сред (аморфных сплавов, твердых растворов, нанокристаллов, композиционных материалов, дефектных систем) ? систем, в которых отсутствует дальний порядок расположения атомов, демонстрирует возможность использования теоретических методов, разработанных для анализа свойств неупорядоченных сред, в других областях (задачи оптимизации, моделирование процессов распознавания образов). Дисциплина «Современные методы экспериментального исследования конденсированных сред» ориентирован на знакомство теоретиков с современными экспериментальными методами исследования конденсированных сред – магнитные и магниторезонансные (ЭПР, ЯМР, ЯКР, мю-мезонный резонанс, гамма-резонанс) методы, оптическая и фотоэлектронная спектроскопия, методы рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов. В дисциплине «Дополнительные главы термодинамики и статистической физики» рассматриваются такие актуальные вопросы как элементы термодинамики неравновесных процессов, принципы нелинейной неравновесной статистической физики. Флуктуации, броуновское движение. Флуктуационно-диссипационные теоремы. Соотношения Онсагера. Открытые системы. Общая теория флуктуаций и нелинейные физические модели. Марковская теория и уравнения Ланжевена. В дисциплине «Методы теории конденсированного состояния в биофизике» рассматриваются различные вопросы применения методов теории конденсированного состояния в биофизике.

## 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	Атомы в кристаллах	3
2	Физика неупорядоченных систем	4
3	Современные методы экспериментального исследования конденсированных сред	3
4	Дополнительные главы термодинамики и статистической физики	4
5	Методы теории конденсированного состояния в биофизике	3
ИТОГО по модулю:		17

### 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая физика</li> <li>2. Общий физический практикум</li> <li>3. Нелинейная физика</li> <li>4. Теоретическая физика</li> </ol>
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Актуальные проблемы теории конденсированного состояния</li> <li>2. Специальные вопросы физики конденсированного состояния</li> </ol>

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

Таблица 2

<b>Перечень дисциплин модуля</b>	<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>
1	2	3
Атомы в кристаллах	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p>
	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p>

	теоретической физики, физики конденсированного состояния	
Дополнительные главы термодинамики и статистической физики	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований 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 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности  П-2 - Разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности
Методы теории конденсированного состояния в биофизике	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	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-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели
	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и	З-2 - Классифицировать основные методы математического и алгоритмического

	теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	моделирования, применимые для решения задач в области профессиональной деятельности  У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности  П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач
	ПК-2 - Способен вести междисциплинарные исследования в области профессиональной деятельности	З-1 - Изложить основные принципы организации, планирования и проведения научного исследования с привлечением различных дисциплин  З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения  У-1 - Выбирать научно-техническую информацию различных предметных областей для оптимального планирования исследования  У-2 - Обоснованно выбрать необходимые методы исследования для решения задач, относящихся к области профессиональной деятельности
Современные методы экспериментального исследования конденсированных сред	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	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
	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических	З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований

	<p>исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p>	<p>З-2 - Классифицировать основные методы математического и алгоритмического моделирования, применимые для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p>
<p>Физика неупорядоченных систем</p>	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p>
	<p>ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач</p>	<p>З-2 - Классифицировать основные методы математического и алгоритмического моделирования, применимые для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p>

	<p>в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p>	<p>У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
--	---	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Атомы в кристаллах**

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	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

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

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики

## 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
P1	Атом водорода	Гамильтониан. Разделение переменных. Свойства сферических гармоник. Решение радиального уравнения. Квантовые числа. Распределение электронной плотности. Гибридные орбитали. Спин электрона и релятивистские эффекты.
P2	Теория свободного многоэлектронного атома	Модель эффективного центрального поля. Решение одноэлектронного уравнения. Классификация атомных состояний. Электростатическое взаимодействие при LS-связи. Спин-орбитальное взаимодействие при LS-связи. Спин-спиновые взаимодействия в атомах. Самосогласованное поле. Метод Хартри – Фока. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева.
P3	Теория кристаллического поля	Общие свойства КП. Гамильтониан КП. Электростатическая модель КП. Атомный электрон в кристаллическом поле. Схема сильного КП. Схема среднего КП. Схема слабого КП. Учет низкосимметричного КП.
P4	Магнетизм атомов в кристалле	Магнетизм свободного атома. Магнитный момент атома в кристалле. КП и одноионная магнитная анизотропия. Магнитная восприимчивость. Электронный парамагнитный резонанс.
P5	Молекулярно-кластерные модели	Метод МО ЛКАО и метод Гайтлера – Лондона. Двухатомная молекула. Октаэдрические комплексы переходных элементов. Квадратные комплексы типа $[CuO_6]^{-4}$ . Классификация связи атомов в кристаллах.

<b>P6</b>	Электронно-колебательные взаимодействия	Адиабатическое приближение. Вибронный гамильтониан и теорема Яна –Теллера. Линейная вибронная E – e-задача. Поляроны.
<b>P7</b>	Сверхтонкие взаимодействия (СТВ)	Электрические и магнитные СТВ. Контактное взаимодействие Ферми. Сверхтонкая структура спектра атома водорода. Наведенные и косвенные СТВ. Спиновая поляризация и локальные поля на ядрах. Эффективные спин-гамильтонианы и расчет спинового расщепления ядер.
<b>P8</b>	Взаимодействие атомов в кристаллах	Оболочечная модель. Изотропное спиновое сверхобменное взаимодействие. Антисимметричный обмен Дзялошинского – Мория. Взаимодействия спин – чужая орбита. Обменно-релятивистская спиновая анизотропия. Магнитоупругие взаимодействия. Магнитоэлектрические взаимодействия.
<b>P9</b>	Оптическая и магнитооптическая спектроскопия	Внутриконфигурационные переходы в атомах. Разрешенные электродипольные переходы в атомах. Переходы с переносом заряда. Тензор электрической поляризуемости. Поляризуемость редкоземельных ионов. Поляризуемость окта-комплексов на основе Fe <sup>3+</sup> .
<b>P10</b>	Сильнокоррелированные атомные системы	Классификация сильнокоррелированных систем. Теория функционала электронной плотности. Базовые модели и гамильтонианы. Системы, неустойчивые относительно переноса заряда. Псевдоспиновый формализм.
<b>P11</b>	Метод НТО в теории атома	Элементы теории углового момента. Неприводимые тензорные операторы (НТО). Теорема Вигнера – Экарта. Вторичное квантование в атомах.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного	З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований

			СОСТОЯНИЯ	
--	--	--	-----------	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Атомы в кристаллах

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Москвин, А. С.; Атомы в кристаллах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/107024.html> (Электронное издание)
2. Вонсовский, С. В.; Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков : монография.; Наука, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483412> (Электронное издание)
3. Абрагам, А., А., Скроцкий, Г. В., Альтшулер, С. А.; Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов : монография.; Мир, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483226> (Электронное издание)
4. Абрагам, А., А., Скроцкий, Г. В., Альтшулер, С. А.; Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов : монография.; Мир, Москва; 1973; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483223> (Электронное издание)
5. Крупичка, С., С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов; Мир, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483366> (Электронное издание)
6. Крупичка, С., С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов; Мир, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483367> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Москвин, А. С.; Атомы в кристаллах : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (10 экз.)
2. Абрагам, А., Альтшулер, С. А., Скроцкий, Г. В.; Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов : пер. с англ. Т. 1. ; Мир, Москва; 1972 (15 экз.)
3. Абрагам, А., Альтшулер, С. А., Скроцкий, Г. В.; Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов : пер. с англ. Т. 2. ; Мир, Москва; 1973 (7 экз.)
4. Крупичка, С., Пахомов, А. С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов : Пер. с нем. Т. 1. ; Мир, Москва; 1976 (4 экз.)
5. Крупичка, С., Пахомов, А. С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов : Пер. с нем. Т. 2. ; Мир, Москва; 1976 (4 экз.)
6. Вонсовский, С. В.; Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков; Наука, Москва; 1971 (17 экз.)

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

1. Электронная научная библиотека. <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн. <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

## 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

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Атомы в кристаллах

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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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	Не требуется

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физика неупорядоченных систем**

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	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

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

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики

## 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
P1	Введение	Неупорядоченные системы. Практическое использование. Особенности теоретического описания. Случайные поля. Что должен знать каждый физик о беспорядке.
P2	Общие свойства неупорядоченных систем	Макроскопические характеристики неупорядоченных систем. Общая постановка задачи об определении материальных уравнений в неупорядоченных системах. Флуктуации характеристик неупорядоченных систем. Методы теории функций Грина для неупорядоченных систем: Модель эффективной среды, приближение когерентного потенциала, краевые задачи для неупорядоченных сред. Двухчастичные функции Грина и теория флуктуаций в неупорядоченных системах.
P3	Динамический хаос	Основные понятия синергетики. Элементарные возбуждения в различных неупорядоченных средах.
P4	Структура неупорядоченных твердых тел	Модели случайной плотной упаковки. Метод Монте-Карло. Молекулярная динамика.
P5	Элементарные возбуждения в неупорядоченных средах	Методы описания. Плотность состояний. Локализация. Общие характеристики спектра элементарных возбуждений в неупорядоченных средах. Флуктуационные границы спектра. Структура спектра вблизи флуктуационных границ. Границы подвижности. Электроны в неупорядоченных системах. Фононы в неупорядоченных системах. Экситоны в неупорядоченных системах.

<b>P6</b>	Электродинамика неупорядоченных систем	Механика неупорядоченных систем. Проводимость, теория перколяции. Смеси металл- диэлектрик. Свойства, аномалии. Программа “Стелс”. Рассеяние электромагнитных волн в неупорядоченных средах. Геометрическая оптика неупорядоченных систем. Волны в слоистых средах.
<b>P7</b>	Магнетизм неупорядоченных систем	Аморфные магнетики. Система с конкурирующей анизотропией Специфика спин-переориентации в системах с конкурирующей анизотропией. Системы со случайными осями анизотропии.
<b>P8</b>	Спиновые стекла	Модель Эдвардса-Андерсена. Интегрирование уравнения с помощью степенных рядов. Уравнение Эйри. Теории Паризи. Специфика экспериментальных исследований спиновых стекол. Понятие о полиномах Лагерра и Эрмита. Присоединенные функции Лежандра и их свойства.
<b>P9</b>	Основные сведения о нейронных сетях	Нейронные сети - физические методы решения математических задач. Общие принципы построения моделей нейронных сетей. Перцептроны. Сети Хопфилда. Модели фазовые пространства нейронных сетей. Странные аттракторы. Фрактальная и информационные размерности. Статистическая механика и обучение нейронных сетей.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физика неупорядоченных систем

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Рытов, С. М.; Введение в статистическую радиофизику 1. Случайные процессы; Наука, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481399> (Электронное издание)
2. Рытов, С. М., Рытов, С. М.; Введение в статистическую радиофизику 2. Случайные поля; Наука, Москва; 1978; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481397> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Займан, Д. М., Джон М., Бонч-Бруевич, В. Л.; Модели беспорядка. Теоретическая физика однородно неупорядоченных систем; Мир, Москва; 1982 (6 экз.)
2. Николис, Д. С., Джон С., Данилова, Ю. А.; Динамика иерархических систем: Эволюц. представление; Мир, Москва; 1989 (2 экз.)

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

1. Электронная научная библиотека. <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн. <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

#### 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

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физика неупорядоченных систем

#### 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	<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> <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>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</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>	<b>Не требуется</b>
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>	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Современные методы экспериментального**  
**исследования конденсированных сред**

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	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

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

Протокол №   3   от   14.05.2021   г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики

## 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
P1	Экспериментальные методы изучения структуры	Метод рассеяния при изучении атомной структуры. Рассеяние в объемном материале. Рассеяние в кристалле. Рассеяние в некристаллических материалах. Экспериментальные методы: рассеяние рентгеновских лучей, нейтронов и электронов. Экспериментальные методы исследования локальной атомной структуры. Исследование локальной структуры по поглощению рентгеновских лучей. Мессбауэровская спектроскопия. Позитрон-аннигиляционная спектроскопия.
P2	Экспериментальные методы изучения молекулярной динамики	Неупругое рассеяние нейтронов. Общие формулы. Когерентное неупругое рассеяние нейтронов в кристаллах. Когерентное неупругое рассеяние нейтронов в некристаллических средах. Некогерентное неупругое рассеяние нейтронов. Неупругое рассеяние рентгеновских лучей при изучении колебательного спектра.
P3	Фото- и рентгеноэлектронная спектроскопия	PES, ARPES, XAS, RIXS.
P4	Магнитные измерения	Сквид-магнетометрия. Исследования доменной структуры. Магнитная восприимчивость.
P5	Магниторезонансные методы	ЭПР, ЯМР, ЯКР, ДЭЯР, мю-мезонная спектроскопия, эффект Мессбауэра.

<b>Р6</b>	Оптическая и магнитооптическая спектроскопия	Инфракрасная спектроскопия, спектроскопия видимого и ультрафиолетового диапазона, рентгеновская спектроскопия. Эффект Фарадея, Керра, Коттон-Мутона. Линейное и циркулярное двуупреломление и дихроизм.
<b>Р7</b>	Методы исследования кинетических явлений	Электросопротивление. Эффект Холла. Гальваномагнитные эффекты.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Современные методы экспериментального исследования конденсированных сред

#### Электронные ресурсы (издания)

- Вонсовский, С. В.; Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков : монография.; Наука, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483412> (Электронное издание)
- Абрагам, А., А., Скроцкий, Г. В., Альтшулер, С. А.; Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов : монография.; Мир, Москва; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483226> (Электронное издание)
- Абрагам, А., А., Скроцкий, Г. В., Альтшулер, С. А.; Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов : монография.; Мир, Москва; 1973; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483223> (Электронное издание)

4. Крупичка, С., С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов; Мир, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483367> (Электронное издание)
5. Крупичка, С., С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов; Мир, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483366> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Абрагам, А., Альтшулер, С. А., Скроцкий, Г. В.; Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов : пер. с англ. Т. 1. ; Мир, Москва; 1972 (15 экз.)
2. Абрагам, А., Альтшулер, С. А., Скроцкий, Г. В.; Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов : пер. с англ. Т. 2. ; Мир, Москва; 1973 (7 экз.)
3. Крупичка, С., Пахомов, А. С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов : Пер. с нем. Т. 1. ; Мир, Москва; 1976 (4 экз.)
4. Крупичка, С., Пахомов, А. С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов : Пер. с нем. Т. 2. ; Мир, Москва; 1976 (4 экз.)
5. Вонсовский, С. В.; Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков; Наука, Москва; 1971 (17 экз.)

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

1. Электронная научная библиотека. <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн. <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>
4. Суровцев Н. В. Спектроскопия конденсированных сред: учеб. пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2010. 237. [https://hf.nsu.ru/image/spec\\_cond\\_matt.pdf](https://hf.nsu.ru/image/spec_cond_matt.pdf)
5. Раджабов Е.А. Методы экспериментальной физики конденсированного состояния. Часть 1. Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах. – Учебное пособие. - Иркутск: изд-во Иркут.гос.ун-та, 2013. – 100 с. <https://www.medphysics-irk.ru/handbooks/pdf/Radzhabov-spectroscopy.pdf>

### **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**

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные методы экспериментального исследования конденсированных сред

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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	<b>Не требуется</b>
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	<b>Не требуется</b>

5	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>	<b>Не требуется</b>
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Дополнительные главы термодинамики и**  
**статистической физики**

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	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

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

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики

## 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
P1	Введение	Термодинамический потенциал. Обобщенные восприимчивости. Равновесие фаз, правило Гиббса.
P2	Классификация фазовых переходов	Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые переходы порядок-беспорядок, порядок-порядок. Фазовый портрет.
P3	Теория Ландау	Симметрия и фазовые переходы. Теория фазовых переходов Ландау. Параметры порядка. Критерии Лифшица. Фазовый переход и доменная структура.
P4	Критическое поведение	Особенности поведения обобщенных восприимчивостей при фазовых переходах. Критические точки. Критические показатели.
P5	Современная теория фазовых переходов	Теория среднего поля. Гауссово приближение. Флуктуационная теория фазовых переходов второго рода. Описание критических явлений в рамках вильсоновской ренорм-группы. Квантовые фазовые переходы. Квантовые критические точки.
P6	Фазовые переходы в реальных твердых телах	Структурные фазовые переходы. Переходы металл-изолятор. Сегнетоэлектрические фазовые переходы. Мягкая мода. Магнитные фазовые переходы. Ориентационные фазовые переходы. Спин-стекольный переход. Электронные фазовые переходы. Переход в сверхпроводящее состояние.
P7	Неоднородные среды	Фазовые переходы в неоднородных средах. Разделение фаз. Перколяционные фазовые переходы.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Дополнительные главы термодинамики и статистической физики

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Прудников, В. В.; Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68374> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Квасников, И. А.; Термодинамика и статистическая физика : Учеб. пособие для вузов по специальности "Физика". Т. 1. Теория равновесных систем : Термодинамика; УРСС, Москва; 2002 (1 экз.)

2. Стенли, Г., Мицек, А. И., Шубина, Т. С., Вонсовский, С. В.; Фазовые переходы и критические явления; Мир, Москва; 1973 (8 экз.)

3. Паташинский, А. З.; Флуктуационная теория фазовых переходов; Наука, Москва; 1982 (2 экз.)

4. Прудников, В. В., Вакилов, А. Н., Прудников, П. В.; Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования : учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Приклад. математика и физика".; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2009 (2 экз.)

5. Ма Шанкен; Современная теория критических явлений; Мир, Москва; 1980 (7 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронная научная библиотека. <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн. <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>
4. С. М. Стишов, Квантовые фазовые переходы. / УФН. - 2004. - Т. 174. - с. 853. <http://www.mathnet.ru/links/8fc379db3f46521d6b2044fe90998026/ufn79.pdf>

## 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

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Дополнительные главы термодинамики и статистической физики

### 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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<b>Не требуется</b>
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>	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы теории конденсированного**  
**состояния в биофизике**

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	Москвин Александр Сергеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

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

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Москвин Александр Сергеевич, Профессор, теоретической и математической физики

## 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
P1	Элементы квантовой теории	Квантовые эффекты в биологии. Уравнение Шредингера. Одномерное движение. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор. Атом водорода. Элементы квантовой химии. Метод МО ЛКАО и метод Гайтлера – Лондона. Двухатомная молекула.
P2	Спиновые и псевдоспиновые модели	Спин электрона и многоэлектронных ионов. Принцип Паули. Псевдоспиновый формализм, псевдоспиновые модели в биофизике. Модель Изинга.
P3	Структура неупорядоченных тел	Потенциалы взаимодействия атомов. Модели случайной плотной упаковки. Метод Монте-Карло. Молекулярная динамика.
P4	Магнетизм атомов в кристалле	Магнетизм свободного атома. Магнитный момент атомов и ионов. Магнитная восприимчивость. Электронный парамагнитный резонанс и другие магниторезонансные методы.
P5	Симметрия	Основные типы симметрий. Элементы теории групп. Классификация электронных и конформационных состояний.
P6	Электронно-колебательные взаимодействия	Адиабатическое приближение. Адиабатический, или конформационный потенциал. Вибронный гамильтониан и теорема Яна –Теллера. Электронно-конформационная теория ионных каналов.

<b>P7</b>	Диффузия и броуновское движение. Уравнение Ланжевена	Макроскопическая диффузия, законы Фика. Решения уравнения диффузии. Диффузия на микроуровне. Броуновское движение, нормальное распределение смещений Трение. Закон Стокса. Диффузия через барьер, теория Крамерса. Флуктуации. Трение и флуктуационно-диссипативная теорема.
<b>P8</b>	Основные сведения о нейронных сетях	Нейронные сети - физические методы решения математических задач. Общие принципы построения моделей нейронных сетей. Перцептроны. Сети Хопфилда. Модели фазовые пространства нейронных сетей. Странные аттракторы. Фрактальная и информационные размерности. Статистическая механика и обучение нейронных сетей.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2 - Способен вести междисциплинарные исследования в области профессиональной деятельности	З-1 - Изложить основные принципы организации, планирования и проведения научного исследования с привлечением различных дисциплин

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы теории конденсированного состояния в биофизике

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Никиян, А., А.; Биофизика: конспект лекций : курс лекций.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259291> (Электронное издание)
2. Вонсовский, С. В.; Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков : монография.; Наука, Москва; 1971; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483412> (Электронное издание)
3. Крупичка, С., С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов; Мир, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483367> (Электронное издание)
4. Крупичка, С., С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов; Мир, Москва; 1976; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483366> (Электронное издание)

## **Печатные издания**

1. Антонов, В. Ф.; Биофизика : учебник для вузов.; Владос, Москва; 2006 (43 экз.)
2. Антонов, В. Ф., Вознесенский, С. А., Козлова, Е. К., Пасечник, В. И., Черныш, А. М.; Биофизика : Учебник для вузов.; ВЛАДОС, Москва; 2000 (2 экз.)
3. Арташян, О. С., Арташян, О. С.; Биофизика : учебно-методическое пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 "Биология", по специальностям 30.05.01 "Медицинская биохимия", 30.05.02 "Медицинская биофизика".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (20 экз.)
4. Займан, Д. М., Джон М., Бонч-Бруевич, В. Л.; Модели беспорядка. Теоретическая физика однородно неупорядоченных систем; Мир, Москва; 1982 (6 экз.)
5. Волькенштейн, М. В.; Биофизика : учеб. пособие [для вузов].; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2008 (10 экз.)
6. Джаксон, М. Б., Жуковская, Е. В., Лушекина, С. В., Медведникова, М. М., Савицкий, А. П., Журавлев, А. И.; Молекулярная и клеточная биофизика; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2013 (1 экз.)
7. Джаксон, М. Б., Мейер Б., Савицкий, А. П., Журавлев, А. И.; Молекулярная и клеточная биофизика : [учеб. пособие для вузов].; Мир, Москва; 2009 (1 экз.)
8. Николис, Д. С., Джон С., Данилова, Ю. А.; Динамика иерархических систем: Эволюц. представление; Мир, Москва; 1989 (2 экз.)
9. Вонсовский, С. В.; Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков; Наука, Москва; 1971 (17 экз.)
10. Крупичка, С., Пахомов, А. С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов : Пер. с нем. Т. 1. ; Мир, Москва; 1976 (4 экз.)
11. Крупичка, С., Пахомов, А. С.; Физика ферритов и родственных им магнитных окислов : Пер. с нем. Т. 2. ; Мир, Москва; 1976 (4 экз.)

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

1. Электронная научная библиотека. <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн. <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>
4. И. К. Миронова, М. В. Каневский. Краткий курс лекций по биофизике. / Сост.: И. К. Миронова, М.В. Каневский. – Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та, 2017. – 44 с.. [https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2018/12/19/kratkiy\\_kurs\\_lekciy\\_po\\_biofizike.pdf](https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2018/12/19/kratkiy_kurs_lekciy_po_biofizike.pdf)

## **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**

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Методы теории конденсированного состояния в биофизике

#### 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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM 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	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет	
--	--	-----------------------------	--