

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
1159239	Квантовые явления и физика беспорядка

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Математическая физика и математическое моделирование	Код ОП 1. 03.04.01/33.01
Направление подготовки 1. Прикладные математика и физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Квантовые явления и физика беспорядка

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает в себя два курса: «Квантовый транспорт в наноструктурах» и «Теория и алгоритмы в физике беспорядка». Курс «Квантовый транспорт в наноструктурах» обеспечивает фундаментальные знания в физике наноструктур. Вводятся основные понятия необходимые для описания явлений переноса в низкоразмерных структурах современной электроники. Рассматриваются квантовые поправки к кинетическим коэффициентам и явления в квантующих магнитных полях: эффект Шубникова де Гааза, осцилляции, индуцированные микроволновым излучением, квантовый эффект Холла и др. Отдельный раздел посвящен спин-зависимому транспорту в наноструктурах. Транспорт в баллистическом режиме описывается на основе подхода Ландауэра-Бюттикера. Вводятся такие понятия как кондактанс проводника, трансфер-матрица, туннельный гамильтониан и др. Выводятся формулы для кондактанса одно многоканальных проводников. Дисциплина "Теория и алгоритмы беспорядка" служит введением в теорию неупорядоченных систем. Рассматривается общая проблематика и вычислительные методы теории протекания (перколяции), связанные с ними элементы теории фракталов. Подробно изучаются транспортные и оптические свойства неоднородных сред, включая классическую задачу о рассеянии электромагнитной волны сферической частицей (теория Ми), теория эффективной среды, методы расчёта эффективных линейных и нелинейных восприимчивостей гетерогенных систем, особенности оптического отклика гранулированных систем и композитов.

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	Квантовый транспорт в наноструктурах	3
2	Теория и алгоритмы в физике беспорядка	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Квантовый транспорт в наноструктурах	УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>З-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом, планирования ресурсов, критерии оценки рисков и результатов проектной деятельности</p> <p>У-1 - Формулировать актуальность, цели, задачи, обосновывать значимость проекта, выбирать стратегию для разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы</p> <p>У-2 - Прогнозировать ожидаемые результаты и возможные сферы их применения в зависимости от типа проекта</p> <p>П-1 - Составлять план проекта и график реализации, разрабатывать мероприятия по контролю его выполнения и оценки результатов проекта</p> <p>Д-1 - Проявлять способность к поиску новой информации, умение принимать решения в нестандартных ситуациях</p>
	УК-3 - Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>З-1 - Излагать основные позиции теории лидерства и стили руководства</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание общих форм организации командной деятельности</p> <p>У-1 - Координировать взаимодействия и эффективные коммуникации в команде для достижения общего результата в командной работе</p> <p>У-2 - Формулировать цели и задачи командной работы, определять последовательность действий по их достижению</p> <p>П-1 - Разрабатывать стратегию командной работы с учетом целей и моделировать эффективное взаимодействие членов команды в соответствии со стратегией</p> <p>Д-1 - Проявлять организаторские качества, коммуникабельность, толерантность</p>

	<p>УК-5 - Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>З-1 - Формулировать этические и правовые нормы межкультурного взаимодействия и основные принципы организации деловых контактов с учетом национальных, социокультурных особенностей</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание механизмов формирования условий психологически безопасной среды в межкультурном взаимодействии с учетом разнообразия культур</p> <p>У-1 - Оценивать ситуацию в процессе межкультурного взаимодействия, выбирать эффективные формы межличностных взаимодействий с учетом национальных, социокультурных особенностей и этических и правовых норм</p> <p>У-2 - Оценивать условия психологически безопасной среды межкультурного взаимодействия и определять необходимость их корректировки с учетом разнообразия культур</p> <p>П-1 - Моделировать продуктивные формы и оптимальные условия психологически-безопасной среды межкультурного взаимодействия на основе анализа национального и социокультурного разнообразия профессиональной среды с учетом правовых и этических норм</p> <p>Д-1 - Проявлять толерантность в процессе межкультурного взаимодействия</p> <p>Д-2 - Принимать компромиссные решения в нестандартных ситуациях межкультурного взаимодействия</p>
	<p>УК-6 - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности, выстраивать траекторию профессионального и личностного развития, в том числе с использованием цифровых средств</p>	<p>З-1 - Объяснять порядок и принципы планирования собственной профессиональной траектории с учетом тенденций развития рынка труда и общества и цифровых технологий</p> <p>З-3 - Демонстрировать понимание способов совершенствования собственной деятельности и профессионального развития, в том числе с использованием цифровых средств</p> <p>У-1 - Оценивать личностные и профессиональные качества, особенности</p>

		<p>характера, определять направления личностного роста, прогнозировать развитие в профессиональной деятельности, используя методы самодиагностики и цифровые средства</p> <p>П-1 - Разрабатывать программу своего профессионального и карьерного развития, в том числе с использованием цифровых средств</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 самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру (в соответствии с избранным направлением прикладных математики и физики)</p>	<p>З-1 - Сделать обзор существующих методов и подходов к решению научных проблем в области проводимых исследований</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в области проводимых исследований</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях с использованием соответствующих целям подходов и методов</p>

	<p>ПК-4 - Способен выбирать цели своей профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск, прогнозировать научные, производственные, технологические и социально-экономические последствия</p>	<p>З-1 - Определять цели профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск</p> <p>У-1 - Выбирать и использовать современные ИТ-технологии и базы данных при сборе, анализе, обработке и представлении информации для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Иметь опыт сбора, анализа и обработки информации при решении задач профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий и баз данных</p>
<p>Теория и алгоритмы в физике беспорядка</p>	<p>УК-4 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>З-1 - Определять специфику, разновидности, инструменты и возможности современных коммуникативных технологий для академического и профессионального взаимодействия</p> <p>З-2 - Излагать нормы и правила составления устных и письменных текстов для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках</p> <p>У-1 - Анализировать и оценивать письменные и устные тексты для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках на соответствие правилам и нормам и корректировать их</p> <p>У-2 - Воспринимать и анализировать содержание письменных и устных текстов на родном и иностранном (ых) языках с целью определения значимой информации</p> <p>П-1 - Составлять устные и письменные тексты для научного и официально-делового общения на родном и иностранном (-ых) языках в соответствии с правилами и нормами</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</p>

		<p>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 самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру (в соответствии с избранным направлением прикладных математики и физики)</p>	<p>З-2 - Соотнести и классифицировать методы и средства математической обработки результатов расчетных и экспериментальных данных</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в области проводимых исследований</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях с использованием соответствующих целям подходов и методов</p>
	<p>ПК-4 - Способен выбирать цели своей профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск, прогнозировать научные, производственные, технологические и социально-экономические последствия</p>	<p>З-1 - Определять цели профессиональной деятельности и пути их достижения, осуществлять научный, технический, технологический и инновационный поиск</p> <p>У-1 - Выбирать и использовать современные ИТ-технологии и базы данных при сборе, анализе, обработке и представлении информации для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Иметь опыт сбора, анализа и обработки информации при решении задач профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий и баз данных</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовый транспорт в наноструктурах

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Новокшенов Сергей Георгиевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Новокшенов Сергей Георгиевич, Доцент, теоретической физики и прикладной математики

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. Низкоразмерные структуры наноэлектроники	Контакты и гетеропереходы. Условие равновесия и распределение электронов в окрестности границы раздела. «Искавление» зон, образование потенциальных ям и барьеров. Квантовые ямы, проволоки (нити) и точки.
P2	Электронные состояния в наноструктурах	Энергетические зоны полупроводников в к.р-приближении. Модель Латтинжера. Блоховские электроны во внешних полях. Квазиклассическая динамика. Электроны и дырки. Приближение огибающей волновой функции в применении к гетероструктурам. Структуры с вырожденными зонами. Структуры типа HgTe/CdTe. Модельные Гамильтонианы. Распределение Ферми-Дирака. Концентрации электронов и дырок в зонах и на локальных уровнях. Уравнение электронейтральности. Определение положения уровня Ферми. Вырожденные и невырожденные носители заряда.
P3	Диффузионный транспорт	Линейные уравнения переноса. Кинетические коэффициенты. Необратимость и производство энтропии. Одночастичная функция распределения. Уравнение Больцмана, интеграл столкновений, принцип детального равновесия. Кинетические коэффициенты в приближении транспортного времени релаксации. Матрица плотности, уравнение фон Неймана-Лиувилля. Линейный отклик на механические и термические возмущения, формулы Кубо. Кинетические коэффициенты и функции Грина. Методы вычисления кинетических

		<p>коэффициентов. Электронные состояния в квантующем магнитном поле.</p> <p>Уровни Ландау. Квантовые осцилляции кинетических коэффициентов низкоразмерных структур. Межподзонные осцилляции. Гигантские осцилляции сопротивления, индуцированные микроволновым излучением.</p> <p>Интерференционные поправки к электропроводности. Локализация Андерсона. Явление отрицательно магнитосопротивления. Роль межэлектронного взаимодействия. Спин-орбитальное взаимодействие в низкоразмерных структурах. Индуцированная током спиновая поляризация.</p> <p>Аномальный эффект Холла. Спиновый эффект Холла. Биения осцилляций Шубникова де Газа. Явление слабой антилокализации</p>
P4	Квантовый эффект Холла	<p>Квантование холловского сопротивления. Калибровочная интерпретация Лафлина. Краевое искривление уровней Ландау. Состояния неупорядоченного электронного газа в квантующем магнитном поле. Квазиклассическая перколяционная картина. Дробное квантование холловского сопротивления.. Состояние несжимаемой квантовой жидкости. Волновая функция Лафлина. Коллективные возбуждения в режиме дробного квантового эффекта Холла. Композитные фермионы.</p>
P5	Баллистический транспорт	<p>Понятие кондактанса наноструктуры. Вероятности прохождения и отражения. Матрица рассеяния и трансфер-матрица. Формула Ландауэра, одноканальный случай.</p> <p>Квантование кондактанса. Многоканальная формула Ландауэра. Связь с теорией линейного отклика.</p> <p>Многотерминальные структуры, Кондактанс Ландауэра-Бюттикера</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 на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовый транспорт в наноструктурах

Электронные ресурсы (издания)

1. Ансельм, А. И.; Введение в теорию полупроводников : монография.; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, Ленинград; 1962;
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479539> (Электронное издание)
2. Гантмахер, В. Ф.; Электроны в неупорядоченных средах : монография.; Физматлит, Москва; 2005;
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75495> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Биккин, Х. М., Бердышев, А. А.; Квантовая теория явлений переноса в твердых телах : Учеб. пособие.; Изд-во Урал. гос. ун-та, Свердловск; 1982 (3 экз.)
2. Грундман, М., Гергель, В. А., Ванюшин, И. В., Верховцева, А. В., Горшкова, Н. М.; Основы физики полупроводников. Нанofизика и технические приложения : [учебник].; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2012 (2 экз.)
3. Имри, Имри Й., Булгадаев, С. А., Иоселевич, А. С., Лебедев, А. В., Щелкачев, Н. М.; Введение в мезоскопическую физику; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2004 (2 экз.)
4. Имри, Й., Иоселевич, А. С.; Введение в мезоскопическую физику : Пер. с англ.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2004 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

www.elibrary.ru

www.iop.org

www.nature.com

archive.neicon.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

www.scopus.com

materials.springer.com

apps.webofknowledge.com

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовый транспорт в наноструктурах

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	Mathematica10.2 Educational Network Increment Bundled List Price Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Mathematica10.2 Educational Network Increment Bundled List Price Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория и алгоритмы в физике беспорядка

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зенков Евгений Вячеславович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	теоретической физики и прикладной математики
2	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Зенков Евгений Вячеславович, Доцент, теоретической физики и прикладной математики**
- **Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики**

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	Теория протекания	Основные понятия и термины. Проводимость случайных сеток. Броуновское движение в случайном потенциале. Задачи узлов и связей, континуальные задачи в двух и трёх измерениях. Задачи на случайных узлах. Статистическая топография случайных рельефов. Количественные характеристики кластеров: распределение по размерам, длина корреляции и др. Структура перколяционного кластера. Вычисление критических показателей. Масштабная инвариантность и элементы теории перенормировок. Элементы теории фракталов. Фрактальная размерность кластеров. Численное моделирование в теории перколяции. Алгоритм Хошена-Копельмана, алгоритм Лиса, $Y-\square$ - алгоритм, DDE – алгоритм и др.
P2	Теория эффективной среды	Классическая теория рассеяния световой волны на сферической частице. (теория Ми). Эффективное сечение рассеяния, поглощения и экстинкции. Локальное поле в эллипсоидальной частице. Деполяризационные факторы. Фрелиховские моды. Поверхностные плазмоны. Случай анизотропной частицы и окружающей матрицы. Частицы, покрытые оболочкой. Эффективная диэлектрическая проницаемость гранулированной гетерофазной системы в приближении среднего поля Теория Максвелла-Гарнетта, теория Бруггемана, теория Шенга. Спектральное

		<p>представление Бергмана. Усреднение по размерам, форме и ориентации частиц. Перколяционный переход в теории эффективной среды.</p> <p>Оптические свойства композитов, геометрические резонансы (Резонансы Ми). Моделирование оптического отклика металл-диэлектрических композитов. Системы с упорядоченными неоднородностями. Метаматериалы, фотонные кристаллы Учёт межчастичного взаимодействия. Эффективные характеристики кластеров. Фотонные кристаллы. Теория нелинейных восприимчивостей композитов.</p>
РЗ	Движение в случайном потенциале	<p>Методы описания броуновского движения. Уравнение Ланжевена. Корреляционные функции. Общая теория нормальной диффузии. Аномальная диффузия. Аналитические свойства функции памяти в про-водящей и локализованной фазе. Переходы жид-кость-стекло Проекционные операторы. Корреляторы в представлении Мори. Функции памяти.</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 на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и алгоритмы в физике беспорядка

Электронные ресурсы (издания)

1. Ремпель, А. А.; Нестехиометрия в твердом теле : монография.; Физматлит, Москва; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485335> (Электронное издание)
2. Гусев, А. И.; Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Гусев, А. И., Ремпель, А. А.; Нанокристаллические материалы; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2000 (5 экз.)
2. Займан, Дж. М., Джон М., Бонч-Бруевич, В. Л.; Модели беспорядка: Теорет. физика однородно неупорядоч. систем; Мир, Москва; 1982 (5 экз.)
3. Эфрос, А. Л.; Физика и геометрия беспорядка; Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., Москва; 1982 (2 экз.)
4. Парсонидж, Н., Панченко, Ю. Н., Пентин, А. Ю., Жижин, Г. Н.; [Ч.] 1 : в 2 частях.; Мир, Москва; 1982 (1 экз.)
5. Парсонидж, Н., Панченко, Ю. Н., Пентин, А. Ю., Жижин, Г. Н.; [Ч.] 2 : в 2 частях.; Мир, Москва; 1982 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

www.elibrary.ru

www.iop.org

www.nature.com

archive.neicon.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

www.springer.com

www.link.springer.com

link.springer.com

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и алгоритмы в физике беспорядка

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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Mathematica10.2 Educational Network Increment Bundled List Price Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathematica 6.0.1 Educational Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES