

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>
1160459	Квантовые магнитополевые эффекты

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Физика	<b>Код ОП</b> 1. 03.04.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 03.04.02

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	Памятных Евгений Алексеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Квантовые магнитополевые эффекты

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Специальный курс «Квантовые магнитополевые эффекты» строится на базовых положениях квантовой статистической термодинамики электронной системы металлов. Он включает разделы: магнитные квантовые осцилляционные эффекты; эффект Шенберга; квантовые осцилляции в неоднородном магнитном поле; электромагнитные волны в металлах; квантовые волны в металлах. Студенты, освоившие материал курса, получают важные компетенции по современной квантовой физике, которые могут быть востребованы в сфере научной деятельности и наукоёмкого производства.

## 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	Квантовые магнитополевые эффекты	3
ИТОГО по модулю:		3

## 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
Квантовые магнитополевые эффекты	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных

	<p>направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>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>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>ПК-2 - Способен применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание научных проблем по тематике проводимых исследований и разработок</p> <p>П-1 - Анализировать и систематизировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Квантовые магнитополевые эффекты**

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	Памятных Евгений Алексеевич	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

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

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Памятных Евгений Алексеевич, 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	Квантовая статистическая термодинамика электронной системы металлов	- Электронная система металлов в квантующем магнитном поле. - Основные соотношения квантовой статистической термодинамики. - Термодинамические восприимчивости в различных условиях.
P2	Магнитные квантовые осцилляционные эффекты	- Эффект де Гааза – ван Альфена. - Магнитотермические осцилляции. - Квантовая магнитострикция. - Методы наблюдения квантовых осцилляционных эффектов. - Температурная зависимость амплитуды осцилляций и определение эффективных масс электронов.
P3	Неустойчивости намагниченности в квантующем магнитном поле (эффект Шенберга)	- Эффект Шенберга (низкотемпературные неустойчивости намагниченности электронной жидкости). - Квантовые осцилляции в условиях эффекта Шенберга. - Квантовые осцилляции и эффект Шенберга в релятивистском электронном газе.

<b>P4</b>	Квантовые осцилляции в неоднородном магнитном поле	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Магнитные квантовые осцилляции в неоднородном магнитном поле.</li> <li>- Неустойчивости относительно возникновения статических волн намагниченности.</li> </ul>
<b>P5</b>	Электромагнитные волны в металлах	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Продольные электронные волны – плазмоны.</li> <li>- Поверхностные плазмоны.</li> <li>- Циклотронные электромагнитные волны.</li> <li>- Вращение плоскости поляризации в магнитном поле.</li> <li>- Низкочастотные спиральные электромагнитные волны – геликоны.</li> <li>- Спиновые волны в металлах.</li> </ul>
<b>P6</b>	Квантовые волны в металлах	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Электромагнитные волны в металлах в условиях квантования спектра энергий электронов.</li> <li>- Спиновые квантовые волны.</li> </ul>

### 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

### Квантовые магнитополевые эффекты

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Гриб, А. А.; Квантовые эффекты в интенсивных внешних полях: методы и результаты, не связанные с теорией возмущений : монография.; Атомиздат, Москва; 1980; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499384> (Электронное издание)
2. Абрикосов, А. А.; Методы квантовой теории поля в статистической физике; Физматгиз, Москва; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483334> (Электронное издание)
3. Пайнс, Д., Д., Абрикосов, А. А.; Теория квантовых жидкостей: нормальные ферми-жидкости; Мир, Москва; 1967; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483393> (Электронное издание)
4. Абрикосов, А. А.; Основы теории металлов : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67590> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Окулов, В. И.; Низкотемпературные магнитные квантовые осцилляции в металлах : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2004 (40 экз.)
2. Зырянова, Н. П., В. И.; Электронные квантовые волны в магнитном поле; URSS, Москва; 2020 (1 экз.)
3. Крэкнелл, А. Ф.; Поверхность Ферми : Понятие поверхности Ферми, ее определение и использование в физике металлов.; Атомиздат, Москва; 1978 (5 экз.)
4. Шенберг, Шенберг Д., Каганов, М. И.; Магнитные осцилляции в металлах; Мир, Москва; 1986 (1 экз.)
5. , Займан, Д. М., Варшавская, Л. С., Азбель, М. Я.; Физика металлов : [в 2 томах]. [Т.] 1. Электроны ; Мир, Москва; 1972 (8 экз.)
6. Лифшиц, И. М.; Электронная теория металлов; Наука, Москва; 1971 (15 экз.)
7. Абрикосов, А. А., Фальковский, Л. А.; Основы теории металлов : [учеб. пособие].; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2010 (1 экз.)
8. Пайнс, Д.; Теория квантовых жидкостей : Нормальные ферми-жидкости.; Мир, Москва; 1967 (5 экз.)
9. Платцман, Ф., Мейлихов, Е. З., Скобов, В. Г.; Волны и взаимодействия в плазме твердого тела; Мир, Москва; 1975 (1 экз.)
10. Уайт Роберт, М., Либерман, М. А., Боровик-Романов, А. С., Питаевский, Л. П.; Квантовая теория магнетизма; Мир, Москва; 1985 (8 экз.)

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

1. American Institute of Physics. <http://scitation.aip.org/>
2. American Physical Society. <https://journals.aps.org/about>
3. Applied Science & Technology Source EBSCO publishing. <http://search.ebscohost.com>
4. INSPEC EBSCO publishing. <http://search.ebscohost.com/>
5. Institute of Physics (IOP). <http://iopscience.iop.org/>
6. Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ. <https://www.rfbr.ru/>
7. Электронная научная библиотека: <https://elibrary.ru>
8. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
9. Зональная научная библиотека УрФУ: <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. <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. <http://www.gpntb.ru>



### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Квантовые магнитополевые эффекты

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 Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student 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 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	<b>Не требуется</b>
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 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES

