

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Специальный физический практикум Б1.Б.4

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Парфенов В.В. , Петухов В.Ю.

**Рецензент(ы):**

Деминов Р.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Воронина Е. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No

Казань  
2016

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Парфенов В.В. Кафедра физики твердого тела Отделение физики , Viktor.Parfenov@kpfu.ru ; Петухов В.Ю. , Vladimir.Petukhov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

проведение физических исследований по заданной тематике; выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1, 2 семестры.

Освоению дисциплины М1.Б2 предшествует освоение дисциплин Б3.Б.14 "Физика конденсированного состояния" и дисциплины Б3.ДВ8 "физика поверхности и тонких пленок". Дисциплина М1.Б2 предшествует освоению дисциплины М2.В.3 "Современные методы синтеза и исследования наноструктур".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать знания современных проблем физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике навыки составления и оформления научных отчетов
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научноинновационных задач

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физику конденсированного состояния. физику поверхности и тонких пленок, методы синтеза и исследования наноструктур.

2. должен уметь:

выбирать технические средства, готовить оборудование, работать на экспериментальных физических установках;

3. должен владеть:

анализом получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники;

проводить научные исследования поставленных проблем; формулировать новые задачи, возникающие в ходе научных исследований; работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 1 семестре; зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Лабораторная работа "Сегнетоэлектрики. Свойства и применение в электронике"	1		0	0	12	
2.	Тема 2. Лабораторная работа "Определение размеров металлических наночастиц из спектров плазмонного резонанса"	1		0	0	12	
3.	Тема 3. Лабораторная работа "Исследование спектров электролюминесценции светоизлучающих диодов"	1		0	0	12	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Лабораторная работа "Исследование тонких пленок методом ЭПР"	2		0	0	12	
5.	Тема 5. Лабораторная работа "Исследование поверхностных слоев твердых тел методом скользящего рентгеновского пучка".	2		0	0	12	
6.	Тема 6. Лабораторная работа "Получение тонких магнитных пленок на диэлектрических подложках методом ВЧ магнетронного осаждения".	2		0	0	12	
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	72	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Лабораторная работа "Сегнетоэлектрики. Свойства и применение в электронике"

#### *лабораторная работа (12 часа(ов)):*

Предлагается выполнить измерения петли сегнетоэлектрического гистерезиса и определить значения поляризации насыщения, остаточной поляризации и коэрцитивной силы. Измерить температурные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.

### Тема 2. Лабораторная работа "Определение размеров металлических наночастиц из спектров плазмонного резонанса"

#### *лабораторная работа (12 часа(ов)):*

Предлагается измерить спектры поглощения наночастиц серебра в диэлектрической матрице в области плазмонного резонанса. Из спектров рассчитать характерные размеры наночастиц и коэффициент заполнения композита.

### Тема 3. Лабораторная работа "Исследование спектров электролюминесценции светоизлучающих диодов"

#### *лабораторная работа (12 часа(ов)):*

Предлагается измерить спектры электролюминесценции пяти светодиодов различных спектральных диапазонов.

### Тема 4. Лабораторная работа "Исследование тонких пленок методом ЭПР"

#### *лабораторная работа (12 часа(ов)):*

1) В результате выполнения лабораторной работы магистранты должны получить теоретические знания по : Основам метода электронного парамагнитного резонанса. Основным параметрам спектров ЭПР. Методике обработки спектров ЭПР. 2) А также практические навыки: Подготовка образцов. Выбор режимов и работа на приборе. Лабораторная работа будет проводиться в Казанском физико-техническом институте КазНЦ РАН

**Тема 5. Лабораторная работа "Исследование поверхностных слоев твердых тел методом скользящего рентгеновского пучка".**

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

В результате выполнения лабораторной работы магистранты должны получить теоретические знания по : Основным методам фазоструктурного анализа кристаллических твердых тел, методам послойного определения кристаллической структуры. Общим принципам реализации метода скользящего рентгеновского пучка. Методике расчета толщины анализируемого слоя. 2) А также практические навыки: Подготовка образцов. Устройство рентгеновского дифрактометра с приставкой для работы по методу скользящего рентгеновского пучка. Выбор режимов и работа на приборе.

**Тема 6. Лабораторная работа "Получение тонких магнитных пленок на диэлектрических подложках методом ВЧ магнетронного осаждения".**

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

В результате выполнения лабораторной работы магистранты должны получить знания по : Основным методам получения тонких пленок, преимуществам и недостаткам этих методов. Общим принципам реализации методов получения на основе магнетронного распыления. Движению заряженных частиц в переменных электромагнитных полях. 2) А также практические навыки: Подготовка образцов. Устройство магнетронной распылительной системы ВУП-5М. Выбор режимов и работа на приборе.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Лабораторная работа "Сегнетоэлектрики. Свойства и применение в электронике"	1		Обработка экспериментальных данных, построение графиков, написание отчета	24	Проверка отчета
2.	Тема 2. Лабораторная работа "Определение размеров металлических наночастиц из спектров плазмонного резонанса"	1		Обработка экспериментальных данных, построение графиков, написание отчета	24	Проверка отчета
3.	Тема 3. Лабораторная работа "Исследование спектров электролюминесценции светоизлучающих диодов"	1		Обработка экспериментальных данных, построение графиков, написание отчета	24	Проверка отчета

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Лабораторная работа "Исследование тонких пленок методом ЭПР"	2		Обработка экспериментальных данных, построение графиков, написание отчета	12	Проверка отчета
5.	Тема 5. Лабораторная работа "Исследование поверхностных слоев твердых тел методом скользящего рентгеновского пучка".	2		Обработка экспериментальных данных, построение графиков, написание отчета	12	Проверка отчета
6.	Тема 6. Лабораторная работа "Получение тонких магнитных пленок на диэлектрических подложках методом ВЧ магнетронного осаждения".	2		Обработка экспериментальных данных, построение графиков, написание отчета	12	Проверка отчета
	Итого				108	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лабораторные занятия, интерактивные методы работы, постоянное взаимодействие между преподавателем и студентом в процессе обучения, самостоятельная работа студента (выполнение отчетов), консультации.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Лабораторная работа "Сегнетоэлектрики. Свойства и применение в электронике"

Проверка отчета , примерные вопросы:

В отчете приводится график петли сегнетоэлектрического гистерезиса и численные значения поляризации насыщения, остаточной поляризации и коэрцитивной силы. Также приводятся графики температурных зависимостей диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.

#### Тема 2. Лабораторная работа "Определение размеров металлических наночастиц из спектров плазмонного резонанса"

Проверка отчета, примерные вопросы:

В отчете приводятся экспериментальные спектры поглощения наночастиц серебра в диэлектрической матрице в области плазмонного резонанса. Также приводится расчетный спектр и численные данные: характерные размеры наночастиц и коэффициент заполнения композита.

#### Тема 3. Лабораторная работа "Исследование спектров электролюминесценции светоизлучающих диодов"

Проверка отчета, примерные вопросы:

В отчете приводятся спектры электролюминесценции пяти светодиодов различных спектральных диапазонов.

#### **Тема 4. Лабораторная работа "Исследование тонких пленок методом ЭПР"**

Проверка отчета, примерные вопросы:

В результате выполнения лабораторной работы магистранты должны получить теоретические знания по : Основам метода электронного парамагнитного резонанса. Основным параметрам спектров ЭПР. Методике обработки спектров ЭПР. А также практические навыки: Подготовка образцов. Выбор режимов и работа на приборе.

#### **Тема 5. Лабораторная работа "Исследование поверхностных слоев твердых тел методом скользящего рентгеновского пучка".**

Проверка отчета, примерные вопросы:

В результате выполнения лабораторной работы магистранты должны получить теоретические знания по : Основным методам фазоструктурного анализа кристаллических твердых тел, методам послойного определения кристаллической структуры. Общим принципам реализации метода скользящего рентгеновского пучка. Методике расчета толщины анализируемого слоя. А также практические навыки: Подготовка образцов. Устройство рентгеновского дифрактометра с приставкой для работы по методу скользящего рентгеновского пучка. Выбор режимов и работа на приборе.

#### **Тема 6. Лабораторная работа "Получение тонких магнитных пленок на диэлектрических подложках методом ВЧ магнетронного осаждения".**

Проверка отчета, примерные вопросы:

В результате выполнения лабораторной работы магистранты должны получить знания по : Основным методам получения тонких пленок, преимуществам и недостаткам этих методов. Общим принципам реализации методов получения на основе магнетронного распыления. Движению заряженных частиц в переменных электромагнитных полях. А также практические навыки: Подготовка образцов. Устройство магнетронной распылительной системы ВУП-5М. Выбор режимов и работа на приборе.

#### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

1. Сегнетоэлектрики собственные и несобственные.
2. Сегнетоэлектрические домены и сегнетоэлектрическая петля гистерезиса.
3. Технические применения сегнетоэлектриков.
4. Получение наночастиц методом ионной имплантации.
5. Плазмонный резонанс в массивных и нанодисперсных металлах.
6. Спектры ЭПР твердых тел. Основные параметры спектров.
7. Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ массивных образцов.
8. Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ тонких пленок.
9. Магнетронное распыление - метод получения тонких пленок. Преимущества и недостатки.

#### **7.1. Основная литература:**

1. Новотный, Л. Основы нанооптики: перевод с английского / Л. Новотный, Б. Хехт ; Пер. с англ. А. А. Коновко, О. А. Шутовой; Под ред. В. В. Самарцева. ? М.: Физматлит, 2009 .? 484 с.: ил.
2. Петров, Ю.В. Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю. В. Петров. ? Долгопрудный: Интеллект, 2013. ?213 с.

#### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Парфенов В.В., Закиров Р.Х., Хасанов А.Т. Исследование спектров электролюминесценции светоизлучающих диодов. -Казань. -2013. -14с. <http://kpfu.ru/docs/F654346696/led.pdf>



2. Парфёнов В.В., Болтакова Н.В., Тагиров Л.Р., Степанов А.Л., Хайбуллин Р.И. Определение размеров металлических наночастиц из спектров плазмонного резонанса. - Казань, 2012.- 21 с. [http://kpfu.ru/docs/F2134677347/Razmery\\_Nanochastic\\_FTT.pdf](http://kpfu.ru/docs/F2134677347/Razmery_Nanochastic_FTT.pdf)

### 7.3. Интернет-ресурсы:

магнетронное напыление тонких пленок -

<http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/2195/doc/49951/>

Оптика наночастиц с плазмонным резонансом - <http://scipeople.ru/course/3276/>

рентгеноструктурный анализ в скользящих пучках -

[http://www.ibmc.msk.ru/content/Education/w-o\\_pass/MMoB/11.pdf](http://www.ibmc.msk.ru/content/Education/w-o_pass/MMoB/11.pdf)

Сегнетоэлектрики и их свойства -

[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/2722/%D0%A1%D0%95%D0%93%D0%9D%D0%95%D0%A2](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/2722/%D0%A1%D0%95%D0%93%D0%9D%D0%95%D0%A2)

Электронный парамагнитный резонанс -

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%EB%E5%EA%F2%F0%EE%ED%ED%FB%E9\\_%EF%E0%F0%E0%E0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%EB%E5%EA%F2%F0%EE%ED%ED%FB%E9_%EF%E0%F0%E0%E0)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Специальный физический практикум" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Оборудование, размещенное в кк. 803, 804 Института Физики КПФУ и в Казанском физико-техническом институте КНЦ РАН

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Физика конденсированного состояния .

Автор(ы):

Петухов В.Ю. \_\_\_\_\_

Парфенов В.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.