

Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»  
(ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»)  
Институт точных наук и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Вр.и.о. ректора

С.Н. Большаков

2016г.

## **ПРОГРАММА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ**

**Направление подготовки**

03.06.01 Физика и астрономия

**Направленность подготовки**

Физика конденсированного состояния

**Квалификация (степень) выпускника**

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Сыктывкар 2016

## **1. Цель и задачи учебной дисциплины (модуля)**

*Цель* научно-исследовательской практики – подготовить аспиранта к самостоятельному развитию научно-исследовательской работ и зарождению новых идей и помощь в решении задач кандидатской диссертации, стоящих перед аспирантом. Основным результатом достижения цели является написание, создание доклада (презентации) и подготовка аспиранта, соискателя к защите кандидатской диссертации.

*Задачи дисциплины:*

- сформировать базовые современные теоретические и модельные представления об основном исследовательском и методологическом аппарате физики конденсированного состояния (ФКС);
- приобретение представления о современном состоянии физической науки в области ФКС, о веществе и материалах, познакомился с наноматериалами, квазикристаллами, фуллеренами и т.д., с атомно-кластерной инженерией.
- научить проводить методологический критический анализ физических теорий, моделей и методологических подходов по ФКС;
- научить самостоятельно, грамотно выбирать и формировать исследовательские и экспериментальные цели и задачи, выработать планы исследований, которые бы позволяли в максимальной степени удовлетворять требованиям воспроизводимости и репрезентативности полученных научных физических результатов;
- сформировать представление об идее современных исследований в проблемной области, о подходах и принципах выбора предмета и объекта исследования, определения целей и задач, рабочих теорий и моделей.
- научить оценивать перспективы использования полученных результатов по проведённым исследованиям.

## **2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Научно-исследовательская практика относится к вариативной части учебного плана, входит в блок обязательных дисциплин программы направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 12 зачетных единиц (з.е.), или 432 акад. час., в том числе 432 час. самостоятельной работы.

Дисциплина имеет характер, ориентированный на фундаментальные знания по

физике, компьютерные программы создания презентаций докладов и статей. Методически и логически дисциплина связана со всеми дисциплинами базового блока Б1, с которыми формирует способность физика к самостоятельной и практической работе по решению задач, подготовке презентации докладов на конференциях и при защите кандидатской диссертации.

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике и другим естественным наукам (химии, биологии, физиологии) в объеме программы высшего образования. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания и умения по большинству дисциплин физико-математических наук базовых частей программ, относящиеся к направлениям подготовки: 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), 03.04.02 физика (уровень магистратуры) или близких к ним физических направлений подготовки, например, 03.03.03 Радиофизика (уровень бакалавриата), 03.04.03 Радиофизика (уровень магистратуры).

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при выполнении плана исследований по физике, подготовке кандидатской диссертации. На его основе формируется базис для изучения всех последующих дисциплин профессионального цикла.

### **3. Планируемые результаты освоения учебной дисциплины**

Научно-исследовательская практика участвует в формировании следующих компетенций аспиранта:

– готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

– способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

– способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

– способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению новых результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к

содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) – физика конденсированного состояния (ПК-1);

– Способностью понимать и применять в исследовательской и педагогической деятельности современный аппарат физико-математических наук (ПК-2).

В результате освоения дисциплины аспиранты должны:

*знать*

- предмет, объект и методы физики по теме кандидатской диссертации;
- теоретические основы и принципы физики;
- основные правила подготовки академического текста, требования, которые предъявляются к его структуре, содержанию и оформлению кандидатской диссертации;

*уметь*

- применять методы и методики проведения научных исследований по физике;
- формулировать цели, ставить конкретные задачи научных исследований в фундаментальных и прикладных областях физики;
- формулировать гипотезы на основе изученных источников;
- разрабатывать и ставить проблемы исследования;
- выбирать цель, отвечающую теме исследования, и задачи, раскрывающие ее;
- разрабатывать методы исследования, позволяющие решить выдвинутые цели и протестировать гипотезы; в частности, владеть навыками анализа количественных и качественных данных;
- использовать физические методы исследования для идентификации потребностей экономики общества;
- организовывать научный поиск;

*владеть*

- математическим и физическим аппаратом для проведения исследований;
- навыками анализа физических процессов;

- методами диагностики на основе применения известных принципов, процедур, методик и техник экспериментального исследования различных объектов;
- навыкам работы с источниками информации, публицистическими и научными текстами и способам поиска и обработки информации;
- навыками по оформлению научно-справочных документов;
- способами и приемами отбора источников информации для решения профессиональных задач (невысокой сложности), обучение использованию
- информационных ресурсов;
- приемами планирования, организации и реализации научного исследования, включая создание программы исследования.

#### **4. Виды учебной работы. Содержание учебной дисциплины**

##### **4.1. Виды учебной работы**

Учебная работа по учебной дисциплине «Научный семинар» распределяется на контактную работу преподавателя с аспирантом и самостоятельную работу аспиранта. Контактная работа преподавателя с аспирантом предполагает прежде всего индивидуальные консультации; самостоятельная работа аспиранта предполагает выполнение заданий преподавателя в виде углубленного изучения отдельных тем и др.

Таблица 1

Виды учебной работы и их объемы

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час.
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b>	<b>432</b>
Всего	<b>432</b>

##### **4.2. Содержание учебной дисциплины**

Содержание учебной дисциплины определяется её целью и задачами, структурировано в соответствии с логикой учебной дисциплины, организацией учебного процесса, требованиями к текущей и промежуточной аттестации.

## 5. Перечень заданий для самостоятельной работы аспиранта

### Задание 1:

Перечислите известные Вам конкурирующие (в том числе и современные) теории в отношении определенного фрагмента физики конденсированного состояния . Проанализируйте причины, по которым было создано несколько теорий; например, по сверхпроводимости твёрдых тел. Какая из них Вам кажется более продуктивной в изучении данного предмета?

### Задание 2:

Выберите одну из известных современных теорий по физике конденсированного состояния и выделите в ней все структурные элементы.

### Задание 3:

Для каждого из приведенных здесь видов теорий приведите соответствующие виды конденсированного состояния, для которых они использовались. Обоснуйте свой выбор.

#### **По характеру решаемых задач:**

Описательные теории: фиксируют и упорядочивают обширный эмпирический материал, построение идеализированного объекта сводится к вычлениению базовой системы понятий.

Дедуктивные теории: их цель – связать набор эмпирических фактов в некую целостность, установить их связи и закономерности. Построение идеализированного объекта совпадает с построением исходного теоретического базиса.

Математизированные теории: их цель – достижение абстракции высокого уровня, они строят математическую модель идеализированного объекта, или если объект очень сложный, совокупность моделей, которые математически описывают некие законы.

#### **По характеру возникновения:**

Аксиоматические: строятся на основе аксиом, положений, которые нельзя доказать в рамках данной теории и для нее они принимаются как неопровержимые положения, не подлежащие сомнению;

Гипотетико-дедуктивные: строятся на предположениях, имеющих эмпирическую, индуктивную основу, полученных в результате наблюдений, эмпирических обобщений.

### Задание 4:

Из своего практического опыта, житейских знаний, попробуйте выделить законы по физике конденсированного состояния, которые кажутся самоочевидными. Сформулируйте эти законы.

### Задание 5:

Придумайте возможные варианты схем связей между зависимыми и возможными переменными в корреляционных исследованиях и приведите на каждую схему примеры из практики.

### Задание 6:

Найдите в литературе примеры современных физических моделей. Что они впитали в себя из хорошо известных теорий?

**Задание 7:**

*В литературных источниках найдите разные примеры стратегии написания научной статьи. Проанализируйте основные отличия, являются ли они принципиальными? В каких пунктах все стратегии написания совпадают? Чем это может быть вызвано?*

*Задание 8: Подготовить текст научной статьи и презентации доклада для научной конференции с учётом полученных результатов моделирования процессов в веществе и проведённых экспериментов, например, радиофизических, электронных свойств композитных и многослойных тонких плёнок.*

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине**

Оценка качества освоения научно-исследовательской практики и контроль успеваемости включает доклады аспиранта на научных конференциях и научных семинарах кафедры, и промежуточную аттестацию в форме зачета.

### **6.1 Текущий контроль успеваемости по дисциплине**

Контроль самостоятельной работы проводится поэтапно в соответствии с перечнем заданий для самостоятельной работы и графиком консультаций.

### **6.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет (5-ый семестр) и зачёт с оценкой (6-ой семестр).

Зачёт ставится по итогам презентации и научного доклада по итогам работы аспиранта в рамках научно-исследовательской практики.

## **7. Образовательные технологии по дисциплине**

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных (консультации) и современных информационных технологий, предполагающих обращение аспирантов к различным источникам, в том числе к Интернет-ресурсам (справочным, образовательным, научным) в рамках самостоятельного углублённого изучения тем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: системы дистанционного электронного обучения eFront и Moodle.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Основная литература**

1. Миронова Г.А. Конденсированное состояние вещества. Том.1. М.: Физический факультет МГУ, 2004. – 532 с.
2. Миронова Г.А. Конденсированное состояние вещества. Том.2. М.: Физический факультет МГУ, 2006. – 840 с.
3. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки. М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2006. – 293 с.
4. В.И. Троян, М.А. Пушкин, В.Д. Борман, В.Н. Тронин. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие. М. : МИФИ, 2008. - 258 с.
5. Ивлев В.М. Тонкие пленки неорганических материалов: механизм роста и структура: учебное пособие. Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2008.

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Павлов, П В. Физика твердого тела : Учебник для вузов / П.В. Павлов, А Ф. Хохлов. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000. – 494 с.
2. Китайгородский, Александр Исаакович. Смешанные кристаллы / А. И. Китайгородский. - М. : Наука, 1983. - 277 с.
3. Чернозатонский, Л. А. (доктор физико-математических наук; главный научный сотрудник) . Новые наноструктуры на основе графена: физико-химические свойства и приложения [[Текст]] / Л. А. Чернозатонский, П. Б. Сорокин, А. А. Артюх // Успехи химии. — 2014. — Т. 83, № 3. — С. 251-279.
4. Семенов, А.П. Тонкие пленки углерода. I. Техника выращивания пучками заряженных частиц / А.П. Семенов, И.А. Семенова // Журнал технической физики. — 2004. — Т. 74, N 4. — С. 102-107.
5. Семенов, А.П. Тонкие пленки углерода. II. Строение и свойства / А.П. Семенов, А.Ф. Белянин, И.А. Семенова и др. // Журнал технической физики. — 2004. — Т. 74, N 5. — С. 101-104.
6. Хасс Г. Физика тонких пленок. Т. 1. М.: Мир, 1967. 343с.
7. Технология тонких пленок. Справочник / Под ред. Майссела Л., Глэнк Р. Т.1, 2. М.: Мир, 1977. 768с.



8. Елинсон М.И. Современное состояние и перспективы пленочной электроники и некоторых разделов оптоэлектроники // РЭ. 1968. № 1. С. 3–30.
9. Тун Р.Э. Структура тонких пленок // В сб. Физика тонких пленок. Т. 1. Под ред. Хасса Г. Пер. с англ. М.: Мир, 1967. С. 224.
10. Плискин У.А., Керр Д.Р., Пери Дж.А. Тонкие стекловидные пленки // В сб. Физика тонких пленок. Т.4. Под ред. Хасса Г. и Туна Р.Э. Пер. с англ. М.: Мир, 1970. С. 303.
11. Кукушкин С.А., Осипов А.В. Процессы конденсации тонких пленок // УФН. 1998. Т. 168. № 10.
12. Нейгебауэр К.А. Явления структурного разупорядочения в тонких металлических пленках // В сб. Физика тонких пленок. Под ред. Хасса Г. и Туна Р.Э. Пер. с англ. Т. 2. М.: Мир, 1967.
13. Холленд Л. Нанесение тонких пленок в вакууме. М, 1963. 544с
14. Розенберг Г.В. Оптика тонкослойных покрытий. М.:Физ.-мат.лит, 1958.
15. Беннет Х., Беннет М. Прецизионные измерения в оптике тонких пленок // В сб. Физика тонких пленок. Т. 4. М.: Мир, 1970. 440с.
16. Суху Р. Магнитные тонкие пленки. М.: Мир, 1967.
17. Жигальский Г.П. Шум вида  $1/f$  и нелинейные эффекты в тонких пленках // УФН. № 6. 1997. С. 623.
18. Старобин И.М., Соина Н.В., Бирюков С.В. Рассеяние ЭМВ пленочной резистивной структурой в прямоугольном волноводе // РЭ. 1994. Т. 39. № 6.
19. Каплан А.Е. Об отражательной способности металлических пленок в СВЧ- и радиодиапазоне // РЭ. 1964. № 10. С. 1781–1787.
20. Wu R., Chen L., Freeman A.J. First principles determination of magnetostriction in bulk transition metals and thin films // JMMM. 1997. V. 170. P. 103–109.
21. Бланк А.Я., Коноводченко В.А., Лопин А.В., и др. Определение оптических параметров тонких пленок олова методом резонансного возбуждения поверхностных электромагнитных волн // ДАН. Т. 309. № 5.

### **8.3. Электронные (образовательные, информационные, справочные) ресурсы:**

- Консультант-Плюс;
- Университетская библиотека online;

- Технические средства обучения и контроля, использование ЭВМ (Перечень обучающих, контролирующих и расчетных программ, диафильмов, слайдфильмов, кино- и телефильмов);
- Программы пакета Microsoft Office;
- Основные научные журналы физики конденсированного состояния веществ со свободным доступом в интернете: журнал технической физики (ЖТФ), Физика полупроводников и диэлектриков (ФПД), Физика твёрдого тела (ФТТ)  
<http://www.ioffe.ru>

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Специализированные лаборатории (в том числе научные) и аудитории, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды).

Материальное обеспечение дисциплины (*Современные приборы, установки (стенды), необходимость специализированных лабораторий и классов*):

- Компьютерные классы, оснащенные компьютерами класса Pentium 4 с выходом в Интернет и в локальную сеть Сыктывкарского государственного университета, а также принтеры, сканеры и ксероксы.

- Лаборатории акустомагнитоэлектроники и микросхемотехники и АСНИ (ауд. 2, 3). Лабораторный комплекс, включающий 8 лабораторных работ, созданных на базе спектрометра ЭПР (электронно-парамагнитного резонанса), спектрометра ИСП-1 (для исследований ядерно-квадрупольного, ядерно-магнитного, ферромагнитного резонансов в твёрдых телах), ультразвукового дефектоскопа (УЗД-2), измерителя добротности (для измерения магнитной проницаемости тел).

- Учебно-научная лаборатория ВЧ СВЧ колебаний и волн (ауд. 322, 334)

- Комплекс измерения коэффициента стоячей волны (КСВ) в диапазоне частот 0,01-2 ГГц, Р2-102, включающий генератор качающей частоты (ГКЧ) и блок индикаторный.

- Комплекс измерения коэффициента стоячей волны (КСВ) в диапазоне частот 2-8 ГГц, Р2-103, включающий генератор качающей частоты (ГКЧ) и блок индикаторный.

- Измеритель компонент магнитной и диэлектрической проницаемостей тонких плёнок в интервале частот 30 -300 МГц (на базе измерителя добротности Е4-11),

- Осциллограф ВЧ (С1-99), до 100 МГц.

- Измеритель компонент магнитной и диэлектрической проницаемостей тонких плёнок в интервале частот 50 кГц -300 МГц (на базе измерителя добротности GM 311 G),
- Генератор ВЧ колебаний Г4-154 (2 шт.), интервал рабочих частот 100 кГц-50 МГц;
- Генератор ВЧ колебаний Г4-76А (2 шт.), интервал рабочих частот 400-1200 МГц;
- генератор ВЧ колебаний Г4-107 (2 шт.), интервал частот 12,5-400 МГц, осциллограф (С1-99, 2 шт.) рабочая частота - до 100 МГц.
- Измеритель потока электромагнитной энергии, диапазон рабочих частот 0603-5366 ГГц, (МЗ-22А)
- Измеритель параметров высокочастотной проницаемости магнитных тел, измеритель Р2-103, измеритель Р2-102. Для определения характеристик наноструктуры пленок и частиц будет использоваться растровый сканирующий микроскоп JSM-6400 (определение химического состава поверхности материалов площадью в 10 квадратных микрометров и размер неоднородностей до 1мкм),
- Атомно-силовой микроскоп ARIS-3500 (отображение рельефа поверхности с разрешением до 5 нм).
- Рентгеновский дифрактометр ДРОН-2, сопряжённый с компьютером, определяющий размеры структурных неоднородностей до 1 нм и степень кристалличности наногранул в плёнках.
- Модернизированная вакуумная напылительная установка УВН-73 с встроенными автоматическими установками для измерения проводимости и толщины плёнок в процессе напыления, на основе которой можно изготовить металлические, многослойные композитные плёнки и определить проводимость и толщину плёнок.
- Вычислительная техника для моделирования ВЧ процессов в тонких наноструктурированных материалах (компьютеры базе процессоров Celeron-700).

167000 Республика Коми, г. Сыктывкар, Октябрьский проспект, 55, учебный корпус №1. Аудитории: 337, 322, 334, 2, 3, 250.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО**  
**Научно-исследовательской практике**

Направление подготовки –  
**03.06.01 Физика и астрономия**

Направленность подготовки:  
*Физика конденсированного состояния*

Квалификация – *Исследователь. Преподаватель-исследователь*

Форма обучения: *заочная*

Вид промежуточного контроля: *зачет*

### **Список вопросов для промежуточного тестирования:**

1. Зачем необходимо поставить (вместе с научным руководителем) перед собой цель исследования?
2. Какую роль в исследовании играют поставленные задачи для решения поставленной цели?
3. О чем говорит использование нескольких конкурирующих теорий для объяснения полученных результатов научных исследований физических свойств веществ и твёрдых тел?
4. Зачем необходима разработка теоретической модели для объяснения результатов проведённых экспериментов?
5. Что представляет собой теоретический ресурс физической науки?
6. В чем заключается специфика законов в физике конденсированного состояния?
7. Какие основные методологические требования свойственны эксперименту в рамках классической рациональности по физике конденсированного состояния?
8. Дать определение квазиэксперимента в физике конденсированного состояния?
9. Перечислите основные экспериментальные методы и подходы по исследованию радиофизических, электронных свойств тонких композитных и многослойных плёнок.
10. Назовите технологические приемы получения наноструктурированного состояния веществ.
11. Назовите примеры особых свойств свободных наночастиц.
12. Назовите примеры возможного практического применения наноструктур, наночастиц, однослойных композитных и многослойных тонких плёнок, характеризующихся элементами с наноструктурными размерами.
13. В чём основная проблема использования полученных Вами результатов научных исследований в широких масштабах в промышленности?
14. Назовите основные разделы научного доклада.
15. Какие научные журналы по физике использованы при подготовке докладов и статей?

Ответ оценивается:

на *«отлично»*, если аспирант показал глубокое владение материалом, умение грамотно и четко представлять свои суждения, высокую степень самостоятельности, уверенность в ответах на вопросы и замечания.

на *«хорошо»*, если в докладе содержатся отдельные несущественные неточности, не влияющие на основные результаты работы. Оценка за отлично выполненную работу может быть снижена до «хорошо», если аспирант недостаточно убедительно излагал результаты работы, путался при ответах на вопросы в процессе защиты и др.

на *«удовлетворительно»*, если аспирант показал достаточный уровень владения материалом, но продемонстрировал несамостоятельность и неуверенность в суждениях, ответах на вопросы и замечания.

на *«неудовлетворительно»*, если аспирант показал чрезвычайно слабый уровень владения материалом, не был в состоянии удовлетворительно отвечать на задаваемые вопросы.