

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ФИЗИКИ»  
для подготовки аспирантов по направлениям  
03.06.01 – «Физика и астрономия»

Санкт-Петербург  
2018

## **СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

№№ учебных планов: 8903100

Обеспечивающий факультеты: ФЭЛ

Обеспечивающие кафедры: МНЭ

Общая трудоемкость (ЗЕТ) 5

Курс 1

Семестр 1

### **Виды занятий**

Лекции (академ. часов) 36

Практические занятия (академ. часов) 0

Лабораторные занятия (академ. часов) 0

Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов) 36

Самостоятельная работа (академ. часов) 144

Всего (академ. часов) 180

### **Вид промежуточной аттестации**

Дифференцированный зачет (семестр) 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МНЭ  
14.06.18, протокол № 5/18

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета электроники 15.06.18, протокол № 4/18.

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ФИЗИКИ»**

В курсе рассмотрены вопросы, освещающие современное состояние и перспективы исследований в области специальных разделов физики. В дисциплине уделено особое внимание изучению следующих разделов: радиофизика, теория взаимодействия электромагнитного поля с диэлектрической средой, основы физических явлений в ферромагнетиках, сегнетоэлектриках, мультиферриках, полупроводниках и физика полупроводников.

## **SUBJECT SUMMARY**

### **«SPECIAL CHAPTERS OF PHYSICS»**

The course covers issues covering the current state and prospects of research in the field of special branches of physics. The discipline pays particular attention to the study of the following topics: radiophysics, the theory of interaction of electromagnetic field with dielectric environment, the fundamentals of physical phenomena in ferromagnets, ferroelectrics, multiferrics, semiconductors and semiconductor physics.

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Изучение дисциплины дает знания в области современной физики.
2. Формирование навыка сбора и критического анализа информации, её оптимального использования в своей профессиональной деятельности.
3. Освоение умения использовать современные аппаратные и программные средства в научно-исследовательской деятельности.

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ООП.

Настоящая программа составлена на основе «Программы кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным дисциплинам», утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363).

## **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Дисциплина «Специальные вопросы физики» относится к вариативной части ООП.

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программ магистратуры или специалитета, и обеспечивает подготовку выпускной научной квалификационной работы (диссертации).

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Введение (1 академ. часов)**

Обзор перспективных направлений научных исследований в области физики.

### **Тема 1. Специальные разделы физики (89 академ. часов)**

Принцип наименьшего действия для электромагнитного поля и уравнения Максвелла в вакууме. Закон сохранения энергии. Макроскопические уравнения Максвелла в среде. Векторы поляризации и намагниченности. Закон сохранения энергии в макроскопической электродинамике. Эффекты запаздывания и частотная дисперсия диэлектрической и магнитной проницаемостей. Соотношения Крамерса –Кронига и закон причинно-следственной связи.

Классическая теория взаимодействия электромагнитного поля с диэлектрической средой. Дисперсия диэлектрической восприимчивости. Обмен энергией между полем и веществом. Уравнение баланса.

Квантовая теория взаимодействия электромагнитного поля с диэлектрической средой. Распространение электромагнитной волны в диэлектрике. Квантовые переходы под действием монохроматического поля с излучением и поглощением энергии.

Основы физических явлений в ферромагнетиках, сегнетоэлектриках, мультиферриках, полупроводниках и др. Нормальные колебания. Примеры колебательных и волноведущих систем различной физической природы. Основные черты автоколебательных явлений. Резонанс. Линейные волны. Временная и пространственная дисперсия. Типичные дисперсионные характеристики сплошных и дискретных систем. Особенности волновых явлений в тонких пленках, толщина которых соизмерима с длиной бегущей волны. Возбуждение и прием бегущих волн. Дисперсия и нелинейность волн в средах. Солитоны. Хаос.

## **Тема 2. Специальные разделы физики полупроводников**

**(89 академ. часов)**

Квантовые системы. Векторы состояний. Нестационарное уравнение Шредингера. Гамильтониан квантовой системы. Измерения в квантовой механике. Симметрия в квантовой механике. Теорема Вигнера. Метод инвариантов. Спин и спинорные представления.

Зонная структура полупроводников. Оптические переходы. Кр-теория возмущений. Приближение эффективной массы. Теория полупроводниковых наногетероструктур. Структуры с одиночной и множественными квантовыми ямами. Квантовые проволоки, квантовые точки и сверхрешетки. Наногетероструктуры на основе прямозонных и непрямозонных полупроводников. Спиновые интерфейсные эффекты. Учет механических напряжений и пьезоэлектрического поля. Зонная структура и волновые функции. Легированные наногетероструктуры.

**Заключение (1 академ. час)**

В том случае, когда дисциплина реализуется в группах с малой численностью, по договоренности между научным руководителем аспиранта и преподавателем, ответственным за дисциплину «Специальные разделы физики», соотношение между количеством часов, отводимых на изучение отдельных тем дисциплины может быть изменено, при обязательном условии выделения минимально необходимого количества часов на каждый раздел.

В этом случае занятия по отдельным разделам могут проходить в виде установочной лекций, выдачи и объяснения задания по теме, а текущая аттестация может проходить в виде представления и защиты аспирантом выполненного задания.

Общие рекомендации по выполнению индивидуальных заданий доступны для аспиранта в печатном или электронном виде (на сайте Университета), либо аспирант может получить рекомендации у преподавателя, отвечающего за дисциплину, в часы консультаций. Задание формулируется с учетом тематики диссертационного исследования аспиранта в рамках изучаемой дисциплины.

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

<b>№</b>	<b>Название, библиографическое описание</b>	<b>Семестр</b>	<b>К-во экз. в библ. (на каф.)</b>
<b>Основная литература</b>			
1	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.:Наука, Физ-мат. Лит. 1982. 624 с.	1	6
2	Б.А.Калиникос, А.Б.Устинов, С.А.Баруздин. Спин-волновые устройства и эхо-процессоры. Монография / Под ред. В.Н. Ушакова. - М.: Радиотехника, 2013. - с.: ил.	1	16
<b>Дополнительная литература</b>			
1	Пихтин А.Н. Квантовая и оптическая электроника., учебник - М., "Высшая школа", 2012 г.	1	99

Зав. отделом учебной литературы  Т.В. Киселева

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет», используемых при освоении дисциплины**

№	Электронный адрес
1	<a href="http://libgost.ru/gost/25-GOST_7_32_2001.html">http://libgost.ru/gost/25-GOST_7_32_2001.html</a> ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины в учебных пособиях к практическим занятиям.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине и методика текущего контроля содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся в течение первых недель обучения.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

### Разработчики

д.ф.-м.н., доц.



Устинов А.Б.

д.ф.-м.н., проф.



Глинский Г.Ф.

### Рецензент

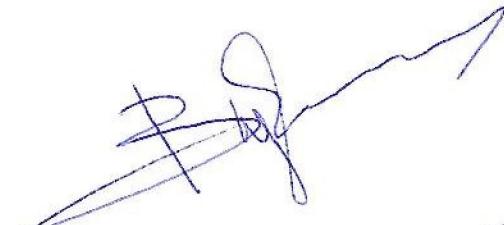
к.т.н., доц.



Иванов Б.В.

### Зав. каф. МНЭ

Д.т.н., проф.



Лучинин В.В.

### Декан факультета

Декан ФЭЛ, д.ф.-м.н., проф.



Соломонов А.В.

### Согласовано

### Председатель УМК

Председатель УМК ФЭЛ, к.т.н., доц.



Александрова О. А.

### Начальник МО

д.т.н., проф.



Грязнов А.Ю.

### Заведующий ОДА

к.ф.-м.н.



Кучерова О.В.