

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра радиофизики и электроники

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«М.1.Б.2 Современные проблемы физики»*

Уровень высшего образования

### **МАГИСТРАТУРА**

Направление подготовки

03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Физика оптических явлений

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академической магистратуры

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № \_\_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры



подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Исполнители:

профессор

должность



подпись

Кучеренко М.Г.

расшифровка подписи

доцент

должность



подпись

Кручинин Н.Ю.

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.04.02 Физика

код наименование

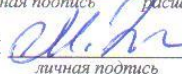


личная подпись

М.Г. Кучеренко

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

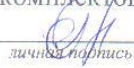


личная подпись

М.Г. Кучеренко

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета



личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Кручинин Н.Ю.,  
Кучеренко М.Г., 2019  
© ОГУ, 2019

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Современные проблемы физики» является формирование у студентов представлений об актуальных проблемах современной экспериментальной и теоретической физики, познакомить их с наиболее важными экспериментальными и теоретическими результатами в области фундаментальных основ естественных наук. Данная дисциплина должна обеспечить построение базиса для глубокого профессионального научного подхода к изучению различных процессов в разнообразных природных и искусственных системах, с учетом различных иерархических уровней их организации, научить использовать эти знания для построения физических и математических моделей процессов в системах различного уровня сложности. В ходе освоения дисциплины студент должен изучить новые физические явления, происходящие в системах, структурированных различным образом, уметь устанавливать границы применимости для них ранее известных моделей, представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии естественных наук; знать перспективы развития важнейших направлений физики, физической химии и биофизики.

### Задачи:

- получение представлений о современных проблемах макро- и микрофизики;
- освоение математического и понятийного аппарата, используемого для решения современных проблем физики;
- изучение закономерностей процессов, имеющих место в субатомных системах, а также атомарных, молекулярных и надмолекулярных структурах;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения разноплановых научных проблем экспериментальной, теоретической и математической физики, включая физику нелинейных систем;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к анализу ситуаций в субатомных процессах, молекулярных, надмолекулярных структурах и конденсированных фазах вещества;

освоение основных физических моделей, позволяющих описать разноплановые явления в системах различной степени организации, определение пределов применимости современных физических теорий для решения перспективных технологических задач и проблем материаловедения.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *М.1.Б.1 Философские вопросы естествознания, М.1.Б.3 Специализированный физический практикум, М.1.В.ОД.2 Дисперсные системы и поверхность, М.1.В.ОД.3 Основы молекулярной электроники и фотоники, М.1.В.ОД.5 Квантовая электроника, М.1.В.ОД.6 История и методология физики*

Постреквизиты дисциплины: *М.2.В.П.3 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, производственно-педагогическая практика, М.2.В.П.4 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Формируемые компетенции                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Знать:</b><br/>- основные принципы, законы и категории философских знаний в их логической целостности и последовательности.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- формировать свою мировоззренческую позицию в обществе.</p> <p><b>Владеть:</b><br/>- способностью абстрактно мыслить, анализировать, синтезировать получаемую информацию.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу                                                               |
| <p><b>Знать:</b><br/>- основные закономерности физических явлений, протекания процессов в системах различного уровня организации, принципы функционирования современных измерительных приборов и систем;<br/>- основы физики сплошных сред, атомной и молекулярной физики, физики ядра и частиц, физики конденсированного состояния, физики сильнонеравновесных систем.</p> <p><b>Уметь:</b><br/>- использовать полученные знания для решения теоретических и практических задач различной направленности.</p> <p><b>Владеть:</b><br/>- навыками работы с современным физическим оборудованием, включая измерительную технику и источники электромагнитного излучения</p> | ОПК-6 способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

| Вид работы                                                                                                                                                                                                                       | Трудоемкость, академических часов |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                  | 3 семестр                         | всего        |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>108</b>                        | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>35,25</b>                      | <b>35,25</b> |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                       | 18                                | 18           |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                                                                                                                                        | 16                                | 16           |
| Консультации                                                                                                                                                                                                                     | 1                                 | 1            |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                        | 0,25                              | 0,25         |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;<br>- подготовка к практическим занятиям;<br>- подготовка к рубежному контролю и т.п.) | 72,75                             | 72,75        |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>                                                                                                                                                         | <b>экзамен</b>                    |              |

| № раздела | Наименование разделов                                                                                                                                                      | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                                                                                                                                                            | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                                                                                                                                                            |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Некоторые актуальные вопросы физики конденсированного состояния. Мезоскопические эффекты в наносистемах, наноэлектроника.                                                  | 18               | 4                 | 2  |    | 12             |
| 2         | Физика поверхности. Кластеры. Проблемы молекулярной биофизики. Поведение вещества в сверхсильных магнитных полях.                                                          | 18               | 2                 | 2  |    | 14             |
| 3         | Основные понятия синергетики. Физика нелинейных систем. Турбулентность. Солитоны. Хаос. Типичные сценарии перехода к хаосу. Странные аттракторы.                           | 18               | 4                 | 4  |    | 10             |
| 4         | Нелинейные волны в активных средах. Автоволны и диссипативные структуры в активных средах. Живые системы с позиций нелинейной динамики.                                    | 18               | 4                 | 4  |    | 10             |
| 5         | Спектр масс. Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика. Кварк-глюонная плазма. Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия. $W^{+-}$ и $Z^0$ -бозоны. Лептоны. | 18               | 2                 | 2  |    | 14             |
| 6         | Гравитационные волны и их детектирование. Космологическая проблема. Инфляция. L-член. Связь между космологией и физикой высоких энергий.                                   | 18               | 2                 | 2  |    | 14             |
|           | Итого:                                                                                                                                                                     | 108              | 18                | 16 |    | 74             |
|           | Всего:                                                                                                                                                                     | 108              | 18                | 16 |    | 74             |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 1 Некоторые актуальные вопросы физики конденсированного состояния. Мезоскопические эффекты в наносистемах, наноэлектроника.

Гетероструктуры в полупроводниках, переходы металлдиэлектрик, волны зарядовой и спиновой плотности. Концепции и технологии получения полупроводниковых наноструктур с размерным квантованием в двух и трех измерениях. Молекулярная электроника – как новый этап развития физической электроники. Механизмы передачи информации в молекулярных системах. Проблема построения элементной базы молекулярной электроники.

### 2 Физика поверхности. Кластеры. Проблемы молекулярной биофизики. Поведение вещества в сверхсильных магнитных полях.

Жидкие кристаллы. Свойства нанокластеров; Фуллерены и нанотрубки. Графены. Двумерная электронная жидкость (аномальный эффект Холла и некоторые другие эффекты), молекулярная электроника. Металлический водород. Другие экзотические вещества. Охлаждение (в частности, лазерное) до сверхнизких температур. Бозе-эйнштейновская конденсация в газах. Высокотемпературная и комнатно-температурная сверхпроводимость.

### 3 Основные понятия синергетики. Физика нелинейных систем. Турбулентность. Солитоны. Хаос. Типичные сценарии перехода к хаосу. Странные аттракторы.

Диссипативные динамические системы и их аттракторы. Понятие аттрактора. Классификация регулярных и хаотических систем по типу аттрактора. Понятие странного аттрактора. Неустойчивость движения на странном аттракторе. Глобальное сжатие фазового объема и локальная неустойчивость фазовых траекторий. Квазиаттракторы. Автокорреляционная функция ДДС.

#### **4 Нелинейные волны в активных средах. Автоволны и диссипативные структуры в активных средах. Живые системы с позиций нелинейной динамики.**

Диффузионные неустойчивости тьюрингового и автоколебательного типа. Перенос энергии между фрагментами полимерной цепи в клубковых структурах. Проблема переноса электрона в биополимерах. Электроника полимеров и биологических наноструктур. Связь физики с биологией. Проблема редукционизма. Вопросы о происхождении жизни и появлении сознания (мышления).

#### **5 Спектр масс. Кварки и глюоны. Квантовая хромодинамика. Кварк-глюонная плазма. Единая теория слабого и электромагнитного взаимодействия. $W^{+-}$ и $Z^0$ -бозоны. Лептоны.**

Распад протона. Масса нейтрино. Магнитные монополи. Фундаментальная длина. Взаимодействие частиц при высоких и сверхвысоких энергиях. Несохранение CP- инвариантности. Нелинейные явления в вакууме и в сверхсильных электромагнитных полях. Фазовые переходы в вакууме. Струны. М-теория. Стандартная модель. Великое объединение. Суперобъединение. Инерционный ядерный синтез и «лазерный термояд».

#### **6 Гравитационные волны и их детектирование. Космологическая проблема. Инфляция. L-член. Связь между космологией и физикой высоких энергий.**

Три «великих» проблемы по Гинзбургу. Возрастание энтропии, необратимость и «стрела времени». Несохранение CP и T-инвариантности. Проблема интерпретации и понимания квантовой механики. Альтернативные пути синтеза легких ядер для получения энергии. «Холодный термояд» и мюонный катализ. Нейтронные звезды и пульсары. Сверхновые звезды. Черные дыры. Квазары и ядра галактик. Образование галактик. Проблема темной материи (скрытой массы) и ее детектирования.

### **4.3 Практические занятия (семинары)**

| № занятия | № раздела | Тема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4            |
| 1         | 1         | Электрон в сферически- симметричном потенциальном поле глобулярного кластера. Приближение сферически- симметричной потенциальной ямы. Энергетический спектр для бесконечно глубокой ямы и ямы конечной глубины. Сравнение параметров модели с кластерами атомов инертных газов. Поляризационный потенциал. Связанные состояния электрона в поляризационном поле кластера. Образование связанных состояний при наложении внешнего магнитного поля. | 1            |
| 1         | 1         | Получение параметра адиабатического приближения для электрон-ядерной системы. Разделение переменных электронов и ядер. Оценка энергетического спектра многоатомных молекул и кластеров на основе параметра адиабатического приближения. Экситоны большого радиуса. Переход в систему центра масс «электрон-дырка». Сведение к водородоподобной задаче. Учет влияния границ кластера. Случаи сильного и слабого конфайнмента.                      | 1            |
| 2         | 2         | Модель электронной структуры наполненной металлом угле-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1            |

| № занятия | № раздела | Тема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|           |           | родной нанотрубки. Построение потенциала цилиндрического объекта. Анализ состояний и спектра в цилиндрической системе координат. Анализ поперечных состояний электрона в декартовой системе координат.                                                                                                                                                                                       |              |
| 2         | 2         | Плазменные колебания в нанокластерах металлов и полупроводников. Поверхностные волны. Получение закона дисперсии. Расчеты характеристик коллективных возбуждений для нанокластеров с заданными параметрами.                                                                                                                                                                                  | 1            |
| 3         | 3         | Представления о природе химической связи. Слетеровские орбитали. Построение направленных орбиталей. Построение гибридизованных орбиталей различной симметрии. Неполная локализация связи в сопряженных системах. Построение функционала электронной плотности для атома и молекулярной системы. Аппроксимация обменного и дисперсионного взаимодействия. Вырожденный ферми-газ в термостате. | 1            |
| 3         | 3         | Примеры нелинейного осциллятора: маятник, колебательный контур с нелинейной емкостью, колебательный контур с нелинейной индуктивностью, нелинейные колебания плазмы. Автогенератор на активном элементе с отрицательной дифференциальной проводимостью. Химические колебания. Брюсселятор.                                                                                                   | 1            |
| 4         | 4         | Изучение процессов самоорганизации на следующих примерах: динамика популяций хищников-жертв, химические осцилляции в реакции Белоусова-Жаботинского (химические часы), динамический хаос при вынужденных колебаниях диссипативного нелинейного осциллятора.                                                                                                                                  | 1            |
| 4         | 4         | Уравнение Бюргерса, ударные волны, опрокидывание волны, волна уплотнения. Автомодельные решения. Решение нелинейных уравнений теплопроводности. Термодиффузионные задачи.                                                                                                                                                                                                                    | 1            |
| 5         | 5         | Нелинейные явления в вакууме и в сверхсильных электромагнитных полях. Фазовые переходы в вакууме. Классическая и квантовая теория гравитации.                                                                                                                                                                                                                                                | 2            |
| 6         | 5         | Процессы в нейтронных звездах. Сверхсильные магнитные поля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2            |
| 7         | 6         | Синтез легких ядер для получения энергии. Лазерные технологии в управляемом термоядерном синтезе.                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2            |
| 8         | 6         | Возрастание энтропии, необратимость и «стрела времени». Несохранение СР и Т-инвариантности. Проблема интерпретации и понимания квантовой механики. Связь физики с биологией.                                                                                                                                                                                                                 | 2            |
|           |           | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 16           |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Физика в системе культуры. Редактор: Сачков Ю.В. М.: ИФ РАН, 1996. ISBN: 5-201-01880-7 521 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=42099>
2. Неволин В. К. Квантовая физика и нанотехнологии ISBN: 978-5-94836-361-5 М.: РИЦ "Техносфера", 2013. -128 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88981>
3. Акулин В. М. Динамика сложных квантовых систем ISBN: 978-5-9221-1207-9 М.: Физматлит, 2009. -492 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67596#>

### 5.2 Дополнительная литература

1. Кучеренко М.Г., Степанов В.Н. Экситонные процессы в полимерных цепях. Оренбург: ОГУ. 2013. – 190 с.

### 5.3 Периодические издания

1. Журнал «Успехи физических наук».

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. <https://ufn.ru/> - журнал «Успехи физических наук».
2. <http://kvant.mccme.ru/> - журнал «Квант»

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. SMath Studio. Математическая программа с графическим редактором и полной поддержкой единиц измерения. Режим доступа: <http://ru.smath.info/010>
2. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

#### ***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.