

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»  
Кафедра «Физика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ФВ.2

«Нелинейные и резонансные взаимодействия лазерного излучения с  
наноструктурами»

направления подготовки  
03.06.01 "Физика и астрономия"

(Лазерная физика)

квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

форма обучения - очная  
курс –  
семестр –  
зачетных единиц – 1  
всего часов – 36,  
в том числе:  
лекции – 6  
коллоквиумы – нет  
практические занятия – нет  
лабораторные занятия - нет  
самостоятельная работа – 30  
часов в неделю – нет  
зачет – нет  
экзамен - нет

Саратов, 2015

### **1. Цели и задачи дисциплины:**

- получение студентами основополагающих представлений о нелинейных и резонансных взаимодействиях лазерного излучения с неупорядоченными ансамблями диэлектрических, полупроводниковых и металлических наночастиц;
  - формирование у студентов систематических знаний о физических процессах при взаимодействии электромагнитного излучения оптического диапазона с наноразмерными объектами;
  - развитие научного мышления и создание фундаментальной базы для успешной дальнейшей профессиональной деятельности в областях, связанных с применением методов диагностики дисперсных наносистем;
  - изучение современных представлений о физических моделях и математических методах описания процессов фотоиндуцированного переноса зарядов в нанобъектах при воздействии лазерного излучения.
- Основные результаты изучения дисциплины "Нелинейные и резонансные взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами" могут быть использованы при осуществлении научно-исследовательской деятельности.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина "Нелинейные и резонансные взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами" относится к факультативным дисциплинам Блока 1.

Изучение дисциплины « Нелинейные и резонансные взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами» проводится на базе следующих дисциплин, освоенных во время получения базового высшего образования 1-го уровня: "Физика", "Химия", «Теоретическая физика», "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения", "Комплексный анализ", "Аналитическая геометрия", "Численные методы" и основывается на знаниях всего аппарата высшей математики, освоенного при изучении перечисленных дисциплин, а также на знаниях основных представлений и законов, полученных при изучении различных разделов курса общей и теоретической физики.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Изучение дисциплины «Нелинейные и резонансные взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами» направлено на формирование следующих компетенций.

3.1 Профессиональными компетенциями:

готовностью к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях (ПК-1).

3.2 общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

***В результате освоения дисциплины "Нелинейные и резонансные взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами":***

***Аспирант должен знать:***

современные представления о процессах, протекающих при взаимодействии оптического излучения с наноразмерными объектами, состоящими из диэлектриков, полупроводников, металлов; математические методы, позволяющие адекватно описать процессы фотоиндуцированной генерации и переноса носителей заряда в наноразмерных объектах.

***Аспирант должен уметь:***

применять физические законы для решения практических задач, связанных с диагностикой дисперсных наносистем с использованием лазерного излучения; выделять главное содержание исследуемого физического явления и выбирать оптимальную физическую модель его описания, позволяющую рассчитать адекватные характеристики.

***Аспирант должен владеть:***

математическими методами, используемыми для описания процессов взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами; методами выполнения исследовательских работ.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ недели	№ темы	Наименование темы	Часов					
			Всего	лек.	колл.	л.з.	пр.з.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-4	1	Классическая теория взаимодействия лазерного излучения с наночастицами	12	2	-	-	-	10
5-12	2	Плазмонные резонансы в наноструктурах	12	2	-	-	-	10
13-18	3	Нелинейно-оптические свойства наноструктур.	12	2	-	-	-	10
Всего			36	6	-	-	-	30

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции.	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
<b>1 семестр.</b>				
1	2	1	Релеевские частицы. Электростатическое приближение. Резонансы Фрелиха. (Лекция читается с использованием мультимедийных технологий).	[1-8]
1	2	2	Теория Друде. Плазмонные резонансы в металлических наночастицах. Резонансное рассеяние и поглощение в полупроводниковых наночастицах.	[1-8]
1	2	3	Нелинейное рассеяние в дисперсных наносистемах. Насыщаемое и многофотонное поглощение. (Продвинутая лекция)	[1-8]

#### 6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены.

#### 7. Перечень практических занятий.

Практические занятия не предусмотрены.

#### 8. Перечень лабораторных работ.

Лабораторные работы не предусмотрены

#### 9. Задания для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	10	Классические и квантовые модели резонансного возбуждения коллективных колебаний носителей заряда в металлических, полупроводниковых и диэлектрических наночастицах.	[9-23]
2	10	Современное состояние в наноплазмонике.	[9-23]
3	10	Методы исследования нелинейных и резонансных явлений при взаимодействии лазерного излучения с наноструктурами.	[9-23]
<i>Всего часов:30</i>			

#### 10. Расчетно-графическая работа – нет.

11. Курсовая работа – нет.

12. Курсовой проект – нет.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Карта компетенций дисциплины «Детекторы оптического излучения»					
Компетенции		Перечень компонентов	Технологи и формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Ин декс	Формулировка				
ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<p><u>Знать:</u> Основные подходы к количественному описанию физических процессов в вакуумных и твердотельных детекторах, математические модели, описывающие процессы взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами.</p> <p><u>Уметь:</u> Проводить различные формы занятий (лекционные, практические, лабораторные); осуществлять руководство курсовыми работами, выпускными квалификационными работами бакалавров и магистерскими диссертациями.</p> <p><u>Владеть:</u> Навыком самостоятельной работы в области учебной работы. Навыками подготовки обучающих материалов с использованием современных мультимедийных технологий.</p>	Лекции, СРС.	1. Устный ответ	<p><u>Пороговый (удовлетворительно)</u> <u>Знает:</u> основные понятия, основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике и в учебной работе. <u>Умеет:</u> пользоваться методической и вспомогательной литературой для осуществления учебной работы. <u>Владеет:</u> Навыком самостоятельной работы в области учебной работы.</p> <p><u>Продвинутый (хорошо)</u> <u>Знает:</u> понимает связи между различными физическими понятиями; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи <u>Умеет:</u> Применять методы решения задач в различных ситуациях; умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания. Пользоваться научной литературой для осуществления для подготовки лекций на заданные темы.</p> <p><u>Владеет:</u> Навыком самостоятельной работы в области учебной работы.</p>

					<p><u>Высокий (отлично)</u> <u>Знает:</u> Устанавливает связи между физическими идеями, теориями.</p> <p><u>Умеет:</u> Пользоваться научной литературой для подготовки лекционных материалов. Оценивать достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задачи и выбирает оптимальный метод. Анализировать и делать выводы на основе материала приводимого в научной литературе.</p> <p><u>Владеет:</u> Современными образовательными технологиями. Навыком передавать результаты проведенных исследований в виде цикла лекций. Навыком подготовки учебных материалов с использованием современных компьютерных технологий.</p>
ПК-1	<p>готовность к проведению теоретических и экспериментальных исследований физических явлений и процессов с использованием современных математических и физических методов, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p><u>Знать</u> Основные методы теоретических и экспериментальных исследований, применяемые в области лазерного зондирования наноматериалов.</p> <p><u>Уметь</u> Выполнять расчеты параметров взаимодействия света с диэлектрическими, полупроводниковыми и металлическими наночастицами.</p> <p><u>Владеть</u> Математическим аппаратом, используемым при проведении расчетов параметров взаимодействия лазерного излучения с</p>	Лекции, СРС.	1. Устный ответ.	<p><u>Пороговый (удовлетворительно)</u> <u>Знает:</u> основные физические понятия, основные методы решения типовых задач лазерного зондирования наноматериалов.</p> <p><u>Умеет:</u> пользоваться методической и справочной литературой для решения задач лазерного зондирования наноматериалов.</p> <p><u>Владеет:</u> Навыком самостоятельного решения задач, приведенных в учебной литературе.</p> <p><u>Продвинутый (хорошо)</u> <u>Знает:</u> понимает связи между различными</p>

		наноструктурами.			<p>физическими понятиями теории взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами; аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи.</p> <p><u>Умеет:</u> Применять методы решения задач в различных ситуациях; умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения теории взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами. Пользоваться научной литературой для осуществления расчетов. Пользоваться данными экспериментальных исследований для осуществления расчетов.</p> <p><u>Высокий (отлично)</u> <u>Знает:</u> Устанавливает связи между физическими идеями из теории взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами.</p> <p><u>Умеет:</u> Пользоваться научной литературой для осуществления расчетов. Оценивать достоверность полученного решения задачи; оценивает различные методы решения задач построения лазерных диагностических систем для анализа наноматериалов и выбирает оптимальный метод. Анализировать и делать выводы на основе материала приводимого в научной литературе.</p> <p><u>Владеет:</u> Навыком передавать результат проведенных исследований в виде конкретных</p>
--	--	------------------	--	--	--

					рекомендаций в терминах предметной области знания, а также навыком использования полученных результатов в междисциплинарных областях.
--	--	--	--	--	---

#### Вопросы для зачета

Зачет программой дисциплины не предусмотрен

#### Вопросы для экзамена

Экзамен программой дисциплины не предусмотрен

#### 14. Образовательные технологии

Предусмотрено использование в учебном процессе отдельных видов активных и интерактивных форм и методов проведения занятий, учитывающих специфику изучения дисциплины математического и естественнонаучного цикла:

- чтение лекций с использованием *мультимедийных технологий*;
- занятия «*Продвинутая лекция*» (дискуссионная форма проведения лекции по частным вопросам современной физики);

#### 15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

##### Основная литература

1. А. Н. Игнатов. Оптоэлектроника и нанофотоника : учеб. пособие. СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 544 с. ISBN 978-5-8114-1136-8  
Экземпляры всего: 10
2. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника : принципы и применения: учеб. пособие. Т. 1. – Долгопрудный, ИД "Интеллект", 2012. - 760 с.  
Т. 1. - 2012. - 760 с. : цв. ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-038-9  
Экземпляры всего: 10
3. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника : принципы и применения: учеб. пособие. Т. 2. – Долгопрудный, ИД "Интеллект", 2012. - 784 с.  
Т. 2. - 2012. - 784 с. : цв. ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-91559-135-5  
Экземпляры всего: 10

##### Дополнительная литература

4. Давыдов В.Н. Физические основы оптоэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Давыдов В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010.— 139 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13872>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Легостаев Н.С. Твердотельная электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Легостаев Н.С., Четвергов К.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13981>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда. Нанотехнологии для микро-оптоэлектроники, М. : Техносфера, 2009. - 368 с. : ил. ; 22 см. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - Имеется электронный аналог печатного издания. - ISBN 978-5-94836-209-0  
Экземпляры всего: 21
7. Э.Н. Воронков, А.М. Гуляев, И.Н. Мирошникова, Н.А. Чарыков. Твердотельная электроника : учеб. пособие. - М. : ИЦ "Академия", 2009. - 320 с. : ил. ; 22 см. - Имеется электронный аналог печатного издания. - ISBN 978-5-7695-4618-1  
Экземпляры всего: 8
8. В. К. Кирилловский. Современные оптические исследования и измерения : учеб. пособие. СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 304 с. : ил. ; 24 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр. в конце глав. - Гриф: рек. УМО по образованию в обл. приборостроения и оптоэлектроники для студ. вузов, обучающихся по направлению подгот. "Оптехника" и опт. спец. - ISBN 978-5-8114-0989-1  
Экземпляры всего: 10

##### Периодические издания

9. Успехи физических наук, ISSN 0042-1294, - Режим доступа: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7325](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7325)
10. Журнал технической физики (ЖТФ), ISSN 0044-4642, - Режим доступа: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7801](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7801)

год издания: 1988-2016 гг.

11. Журнал экспериментальной и теоретической физики (ЖЭТФ) , ISSN 0044-4510, - Режим доступа: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8682](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8682)

год издания: 2000-2010 гг.

12. Известия высших учебных заведений. Физика, ISSN 0021-3411, - Режим доступа: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7725](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7725)

год издания: 1999-2003 гг.

13. Письма в ЖТФ, ISSN 0320-0116, - Режим доступа: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7942](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7942) .

14. Квантовая электроника, ISSN 0368-7147, - Режим доступа

[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7846](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7846)

15. Оптика и спектроскопия, ISSN 0030-4034, - Режим доступа:

[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7925](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7925)

16. Автометрия, ISSN 0320-7102. - Режим доступа:

[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7605](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7605)

год издания: 1965-2014 гг.

17. Прикладная механика и техническая физика, ISSN: 0869-5032,

Режим доступа

[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7609](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7609)

### Список интернет-ресурсов

18. Естественно-научный образовательный портал - <http://en.edu.ru>

19. Открытый колледж. Физика. - <http://physics.ru>

20. Сайт практикующего физика - <http://metod-f.narod.ru/>

21. Энциклопедия физики и техники - [www.femto.com.ua](http://www.femto.com.ua)

22. [www.femto.com.ua](http://www.femto.com.ua) (Энциклопедия физики и техники)

23. [www.physbook.ru](http://www.physbook.ru) (Электронный учебник физики)

### 16. Материально-техническое обеспечение.

Для проведения занятий необходимы аудитории со стандартным оснащением для ведения лекционных и практических занятий площадью 35 м<sup>2</sup> . Электронно-библиотечная система, электронная библиотека вуза и электронная информационно-образовательная среда. Предусмотрено сопровождение лекционного курса мультимедийными презентациями.

Рабочую программу составил  
д.ф.-м.н., проф. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /