

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

Кафедра «Приборостроение»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б1.В.ФВ3 Инновационные технологии в лазерной физике»

направление подготовки

03.06.01 – «Физика и астрономия»

(Лазерная физика)

Квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

форма обучения – очная

курс - 3

семестр - 6

зачетных единиц - 1

часов в неделю - 2

в том числе:

лекций - 6

самостоятельная работа - 30

Всего часов - 36

Саратов, 2015

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины Б1.В.ФВ3 «Инновационные технологии в лазерной физике» — изучение технологий создания и физических эффектов, способствующих созданию принципиально новых устройств в лазерной физике, таких как лазерная генерация света на одной частице, эффектов локализации электромагнитного поля в фотонных кристаллах, создание перспективных полупроводниковых структур с двумя квантовыми ямами, распределенной обратной связью (РОС), создание новой технологической платформы на основе полупроводников нитридов галлия.

Задачи изучения дисциплины: формирование научного мировоззрения и современного физического мышления; овладение приемами и методами решения конкретных задач в области создания и применения инновационных устройств генерации, передачи, детектирования и обработки оптических сигналов; ознакомление с современным состоянием элементной базы нанофотоники и лазерной физики. Формирование навыков проведения анализа физических процессов в фотонных устройствах и системах и синтеза подобных систем применительно к прикладным задачам специальности аспирантов.

Система обучения по дисциплине Б1.В.ФВ3 «Инновационные технологии в лазерной физике» объединяет лекции и самостоятельную работу аспирантов под непрерывным контролем со стороны преподавателя процесса усвоения материала по дисциплине в течение всего периода изучения дисциплины.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.ФВ3 «Инновационные технологии в лазерной физике» входит в вариативную часть дисциплин учебного плана подготовки аспиранта по направлению 03.06.01 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ».

Для успешного усвоения дисциплины Б1.В.ФВ3 «Инновационные технологии в лазерной физике» аспирант должен обладать базовыми знаниями в таких областях физики, как электричество и магнетизм, оптика и основы квантовой теории; в таких областях высшей математики, как векторный анализ, дифференциальное и интегральное исчисление; в области информационных технологий; в области философии; в области оптоэлектроники.

Полученные при прохождении дисциплины Б1.В.ФВ3 «Инновационные технологии в лазерной физике» знания, умения, навыки и компетенции необходимы для успешной подготовки диссертационной работы по направлению подготовки 03.06.01 – «Физика и астрономия».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

готовности к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);

способности к разработке феноменологических и конструктивных моделей исследуемых физических явлений и процессов (ПК-2);

готовности к применению современных компьютерных методов обработки и анализа данных и систем автоматизации эксперимента в физических исследованиях (ПК-3);

способность к нахождению и использованию аналогий между различными физическими явлениями применительно к анализу исследуемых физических явлений и процессов (ПК-4);

В результате изучения дисциплины аспирант должен **знать**:

основные закономерности из разделов физики «Оптика» и «Квантовая теория», их математическое выражение, особенности основных подходов к описанию распространения электромагнитных волн в свободном пространстве и световедущих структурах с заданной геометрией, а также классического и квантового подходов к описанию взаимодействия электромагнитного излучения с диэлектрическими, полупроводниковыми и проводящими средами, условия применимости и основные ограничения на использование данных подходов, а также взаимосвязь между ними;

принципы построения основных элементов оптоэлектронных устройств: источников и детекторов излучения, волоконно-оптических и интегрально-оптических устройств передачи и преобразования оптических сигналов, модуляторов света, а также методы расчета их основных эксплуатационных характеристик.

В результате изучения дисциплины аспирант должен **уметь**:

проводить анализ и синтез оптоэлектронных систем передачи и обработки информации, исходя из имеющихся технических условий и технических требований, разрабатывать методики и проводить на основе этих методик экспериментальные исследования основных эксплуатационных характеристик элементной базы оптоэлектронных устройств и систем: полупроводниковых и вакуумных приемников излучения, лазерных и широкополосных источников, волоконно-оптических и интегрально-оптических элементов, модуляторов света.

В результате изучения дисциплины аспирант должен **владеть**:

методологией выделения физического содержания в прикладных задачах своей специальности, навыками постановки и проведения приближенного аналитического и компьютерного моделирования в области своей профессиональной деятельности, методологией анализа справочных данных об эксплуатационных характеристиках различных составляющих элементной базы оптоэлектроники применительно к решению задач синтеза оптоэлектронных устройств.

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

№ Мо-ду-ля	№ Нед-е-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6 семестр									
1	1	1	Введение. Полупроводниковые лазеры: история развития и технологии создания. Перспективные направления развития полупроводниковых лазерных технологий.	12	2			10	
1	2	2	Плазмонный резонанс. Физические основы, полуклассическая модель описания и квазистатическое приближение. Практическое использование рассеяния света на наночастицах в различных областях нанофотоники, оптоэлектроники, и биомедицины.	12	2			10	
1	3	3	Фотонные кристаллы: общая теория, аналогии между квантовой механикой и линейной электродинамикой. Классификация фотонных кристаллов. Перспективные устройства на основе фотонных кристаллов. Необычные явления в фотонных кристаллах.	12	2			10	
Всего				36	6			30	

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<i>Введение. Полупроводниковые лазеры: история развития и технологии создания.</i> Физические основы лазера. Первые полупроводниковые лазеры на прямо-смещенном р-п переходе. Устройство и характеристики. Лазеры с двумя гетеробарьерами. Суперинжекция, волноводный эффект. Технологии жидкофазной эпитаксии. Пучковая и МОС-гидридная эпитаксии. Лазеры с квантовой ямой. <i>Перспективные направления развития полупроводниковых</i>	15.1 [1-7] 15.2 [8-18] 15.3 [19, 20] 15.4 - 15.5

			<p><i>лазерных технологий.</i></p> <p>Лазеры с квантовыми точками. Формирование волновода в плоскости подложки. Ограничение тока, структуры с захороненным гетеропереходом и полосковая структура. Распределенная обратная связь (РОС). Пути расширения оптического диапазона. Лазерные линейки и лазерные матрицы. Лазеры с вертикальным резонатором. Лазеры на нитридах. Диапазон генерируемых длин волн. Лазеры на силицидах и их уникальные свойства. Квантовые каскадные лазеры.</p> <p>Мультимедийная лекция.</p>	
2	2	2	<p>Плазмонный резонанс. Физические основы, полуклассическая модель описания и квазистатическое приближение.</p> <p><i>Практическое использование рассеяния света на наночастицах в различных областях нанофотоники, оптоэлектроники, и биомедицины</i></p> <p>Мультимедийная лекция.</p>	<p>15.1 [1-3] 15.2 [8,9, 12-14] 15.3 [19, 20] 15.4 - 15.5</p>
3	2	3	<p>Фотонные кристаллы: общая теория , аналогии между квантовой механикой и линейной электродинамикой. Классификация фотонных кристаллов Перспективные устройства на основе фотонных кристаллов.</p> <p><i>Потери в оптическом волокне и дисперсионные характеристики.</i></p> <p>Апертурные и френелевские потери. Потери на границе сердцевин с оболочкой. Потери на рассеяние и поглощение в сердцевине.</p> <p>«Необычные явления в фотонных кристаллах».</p> <p>Линейная самоколлимация. Эффект суперпризмы. Плоские линзы.</p> <p>Отрицательный показатель преломления.</p> <p>Мультимедийная лекция.</p>	<p>15.1 [4,5] 15.2 [10] 15.4 - 15.5</p>

6. Содержание коллоквиумов

не предусмотрено учебным планом

7. Перечень практических занятий

не предусмотрено учебным планом

8. Перечень лабораторных работ

не предусмотрено учебным планом

9. Задания для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	10	<p>Светоизлучающие полупроводниковые материалы для светодиодов. Прямые и косвенные переходы электронов между валентной зоной и зоной проводимости.</p> <p>Влияние соотношения компонентов трехэлементных и четырехэлементных полупроводниковых соединений на ширину запрещенной зоны, длину волны излучения и показатель преломления материала.</p> <p>Светоизлучающие материалы для полупроводниковых лазеров. Конструкции лазерных диодов. Гетероструктуры.</p>	<p>15.1 [1-7] 15.2 [8-18] 15.3 [19, 20] 15.4 - 15.5</p>
2	10	<p>Волоконно-оптические интерферометры.</p> <p>Волоконно-оптические датчики физических величин: давления, ускорения, температуры, электрического и магнитного полей.</p>	<p>15.1 [1-7] 15.2 [8-18] 15.3 [19, 20] 15.4 - 15.5</p>
3	10	<p>Возбуждение и вывод излучения из плоских волноводов. Эффективность и модовая селективность ввода. Торцевое возбуждение плоского волновода. Возбуждение через поверхность:</p>	<p>15.1 [1-7] 15.2 [8-18] 15.3 [19, 20]</p>

	призмный и дифракционный элементы связи. Частотно-селективные зеркала в интегральной оптике. Фокусирующие интегрально-оптические элементы.	15.4 - 15.5
--	--	-------------

10. Расчетно-графическая работа
Не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа
Не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект
Не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)
Не предусмотрен учебным планом

14. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины Б1.В.ФВ3 «Инновационные технологии в лазерной физике» используются следующие образовательные технологии:

Образовательные технологии	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	СРС
Информационно-развивающие технологии	+			+
Практико-ориентированные технологии	+			+
Развивающие проблемно-ориентированные технологии	+			+
Личностно-ориентированные технологии	+			

Интерактивные формы обучения

№ пп.	Модуль	Применение технологии интерактивного обучения	Количество часов
1	1	Лекционное занятие. Мозговой штурм СРС. Дискуссия.	6

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

1. Обязательные издания.

1. Климов В.В. Наноплазмоника [Электронный ресурс]/ Климов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 480 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17348>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда. Нанотехнологии для микро-и 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

3. Дифракционная нанопотоника [Электронный ресурс]/ А.В. Гаврилов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 680 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24594>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4. Метаматериалы и структурно организованные среды для оптоэлектроники, СВЧ-техники и нанопотоники [Электронный ресурс]/ А.Ю. Авдеева [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2013.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32823>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Архипкин В.Г. Фотонные кристаллы и нанокompозиты. Структурообразование, оптические и диэлектрические свойства [Электронный ресурс]/ Архипкин В.Г., Бакиров А.М., Беляев Б.А.— Электрон.

текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2009.— 257 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15820>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6. 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

7. 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

8. Е. Г. Лебедев. Системы импульсной оптической локации : учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 368 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 357-360 (47 назв.). - Гриф: рек. УМО вузов РФ по образованию в обл. приборостроения и оптоэлектроники для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. магистратуры «Оптоэлектроника» и спец. «Электронные и оптико-электронные приборы и системы спец. назначения». - ISBN 978-5-8114-1588-5

Экземпляры всего: 10

2. Дополнительные издания.

9. Дмитриев А.С. Тепловые процессы в наноструктурах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дмитриев А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2012.— 303 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33179>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

10 Малов И.Е. Лазеры в микроэлектронике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малов И.Е., Шиганов И.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 77 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31437>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

11. Ландсберг Г.С. Оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Ландсберг Г.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 849 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12949>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

12. Манцызов Б.И. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов [Электронный ресурс]/ Манцызов Б.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12951>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

13. О. Звелто. Принципы лазеров: учеб. пособие. - 4-е изд. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 720 с. : ил. ; 24 см. - (Учебные пособия для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 651-652 (36 назв.). - Загл. парал. на англ. - Имеется электронный аналог печатного издания. - ISBN 978-5-8114-0844-3

Экземпляры всего: 16

14. 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. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 315 (11 назв.). - Гриф: рек УМО по образованию в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учеб. пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электроника и микроэлектроника". - Имеется электронный аналог печатного издания. - ISBN 978-5-7695-4618-1

Экземпляры всего: 8

15. 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. "Оптоэлектроника" и опт. спец. - ISBN 978-5-8114-0989-1

Экземпляры всего: 10

3. Периодические издания

16. Успехи физических наук, ISSN 0042-1294, - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7325
17. Журнал технической физики (ЖТФ), ISSN 0044-4642, - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7801
год издания: 1988-2016 гг.
18. Журнал экспериментальной и теоретической физики (ЖЭТФ) , ISSN 0044-4510, - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8682
год издания: 2000-2010 гг.
19. Известия высших учебных заведений. Физика, ISSN 0021-3411, - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7725
год издания: 1999-2003 гг.
20. Письма в ЖТФ, ISSN 0320-0116, - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7942 .
21. Квантовая электроника, ISSN 0368-7147, - Режим доступа http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7846
22. Оптика и спектроскопия, ISSN 0030-4034, - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7925
23. АвтOMETрия, ISSN 0320-7102. - Режим доступа:

http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7605

год издания: 1965-2014 гг.

24. Прикладная механика и техническая физика, ISSN: 0869-5032,
Режим доступа
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7609

4. Интернет-ресурсы

25. <https://portal.sstu.ru/Facult/default.aspx> (ИОС СГТУ, ФГОС)
26. Естественно-научный образовательный портал - <http://en.edu.ru>
27. Открытый колледж. Физика. - <http://physics.ru>
28. Сайт практикующего физика - <http://metod-f.narod.ru/>
29. Энциклопедия физики и техники - www.femto.com.ua
30. www.femto.com.ua (Энциклопедия физики и техники)
31. www.physbook.ru/ (Электронный учебник физики)
32. <http://lib.sstu.ru/index.php/menuskrellib/menuskrelizdutrus/107-bookfizika> (Сайт электронной библиотеки СГТУ, раздел физика)

5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

33. www.google.com
34. <http://elibrary.ru/>
35. www.rambler.ru
36. www.yandex.ru

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия проходят с использованием компьютеров в компьютерном классе, оборудованном специализированной учебной мебелью, технических средств обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска).

17. Особенности организации процесса сдачи кандидатского экзамена для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих

все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Рабочую программу составил

профессор, д.ф.-м.н.