Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«31» мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.07.02 Физика твердотельных лазеров

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Радиофизические методы по областям применения (биофизика)

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

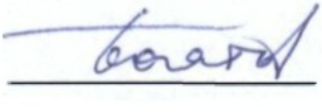
Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Физика твердотельных лазеров» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика.

Программу составил:
Г.Ф. Копытов, профессор кафедры радиофизики
и нанотехнологий ФТФ КубГУ, доктор физ.-мат. наук 

Рабочая программа дисциплины утверждена
на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий
протокол № 9 «2» мая 2018 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф. 
фамилия, инициалы

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
радиофизики и нанотехнологий
протокол № 9 «2» мая 2018 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф. 
фамилия, инициалы

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии
физико-технического факультета
протокол № 6 «_4_» _мая_ 2018 г.
Председатель УМК факультета Богатов Н.М. 
фамилия, инициалы

Рецензенты:

Гаврилов А.И., доцент кафедры физики КубГТУ, канд. физ.-мат. наук

Исаев В.А., заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий КубГУ, д-р физ.-мат. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Физика тведотельных лазеров» ставит своей целью изложение представлений об основных принципах работы квантовых генераторов.

1.2 Задачи дисциплины.

– формирование систематических знаний по основным разделам квантовой электроники, необходимых понимания основных принципов работы лазеров;
– ознакомление с основными методами исследования и расчета физических характеристик квантовых приборов.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

«Физика твердотельных лазеров» является обязательной дисциплиной направления 03.03.03 – "Радиофизика". Изучение основных концепций физики лазеров базируется на знаниях студентов, полученных ранее при изучении дисциплин, входящих в цикл общей физики.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплин соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ПК-1	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	физические основы работы лазеров.	рассчитывать параметры лазеров.	навыками моделирования лазерных систем
2.	ПК-2	Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы.	основные типы современных лазеров.	применять лазеры для физических исследований.	методикой применения современных лазеров для технологических целей и спектроскопии.
3.	ПК-4	Способность применять на практике профессиональные	практическое использование лазерной	работать с лазерами, выполняя требования	методами определения параметров лазеров.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
		знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.	техники.	техники безопасности.	

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет __3__ зач.ед. (_108___ часов), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО).*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		7	___		
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	**64**	**64**			
Занятия лекционного типа	32	32	-	-	-
Лабораторные занятия	32	32	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:					
Проработка учебного (теоретического) материала	23	23	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	16,8	16,8	-	-	-
Контроль:					
Подготовка к экзамену	-	-			
Общая трудоемкость час.	**108**	**108**	**-**	**-**	**-**
в том числе контактная работа	**68,2**	**68,2**			
зач. ед	**3**	**3**			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в _7__ семестре *(очная форма)*

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы физики лазеров.	12	10		4	4
2.	Открытые резонаторы.	18	4		4	6
3.	Основные типы лазеров.	24	6		12	6
4.	Импульсные режимы работы лазеров.	26	2		4	6
5.	Элементы нелинейной оптики.	14	6		4	6

6.	ВКР-лазеры.	12	2			6
7.	Применение лазеров.	14	4		6	4
	Итого по дисциплине:	108	34		34	40

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

.

2.3 Содержание разделов дисциплины:
2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы физики лазеров	История развития физики лазеров. Спонтанные и индуцированные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Вероятности переходов. Форма спектральной линии, виды уширения спектральных линий. Квантово-механическое описание взаимодействия излучения с веществом. Волновые функции стационарных состояний. Матричный элемент оператора перехода. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Условия возбуждения. Методы получения инверсной населенности. Лазерные среды.	К
2.	Открытые резонаторы.	Продольные и поперечные моды. Дифракционные потери. Устойчивость мод. Селекция мод. Синхронизация мод.	К
3.	Основные типы лазеров.	Оптические квантовые генераторы. Устройство, принцип действия. Разновидности лазеров, режимы генерации. Газовые, твердотельные, жидкостные, полупроводниковые лазеры.	К
4.	Импульсные режимы работы лазеров.	Модуляция добротности резонатора и использование ее для получения гигантских импульсов лазерного излучения. Получение сверхкоротких импульсов с использованием синхронизации мод.	К
5.	Элементы	Нелинейное взаимодействие	К

	нелинейной оптики.	электромагнитного излучения с веществом. Генерация гармоник излучения. Параметрические процессы. Параметрические генераторы.	
6.	ВКР-лазеры.	Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) света и его использование для перестройки частоты лазерного излучения. ВКР - усилители.	К
7.	Применение лазеров.	Лазерные технологии. Лазерная спектроскопия. Голография.	К

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа по данному курсу согласно учебному плану не предусмотрены.

Моделирование генерации лазера на гранате с неодимом

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Исследование оптических свойств лазерных кристаллов	Отчет по лабораторной работе.
2.	Исследование параметров лазера на парах меди	Отчет по лабораторной работе.
3.	Исследование зависимости выходной мощности генерации непрерывного лазера от уровня накачки и параметров резонатора	Отчет по лабораторной работе.
4.	Моделирование генерации лазера на гранате с неодимом	Отчет по лабораторной работе.
5.	Моделирование трехуровнего лазера	Отчет по лабораторной работе.
6.	Моделирование лазера с активной модуляцией добротности	Отчет по лабораторной работе.
7.	Моделирование получения пикосекундных импульсов с помощью синхронизации мод	Отчет по лабораторной работе.
8.	Моделирование четырехуровнего лазера	Отчет по лабораторной работе.

9.	Моделирование лазера с пассивной модуляцией добротности	Отчет по лабораторной работе.
10.	Моделирование открытого резонатора	Отчет по лабораторной работе.
11.	Расчет эффективности ламповой накачки лазера на стекле, активированном неодимом	Отчет по лабораторной работе.
12.	Расчет углов первого и второго синхронизма для удвоителя частоты неодимового лазера	Отчет по лабораторной работе.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение раздела Основы физики лазеров.	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
2	Изучение раздела Открытые резонаторы.	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
3	Изучение раздела Основные типы лазеров	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
4	Изучение раздела Импульсные режимы работы лазеров.	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
5	Изучение раздела Элементы нелинейной оптики.	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
6	Изучение раздела ВКР-лазеры	Контрольные вопросы по разделам учебной программы
7	Изучение раздела Применение лазеров.	Контрольные вопросы по разделам учебной программы

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по дисциплине с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся и в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки бакалавра реализуется компетентный подход и предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: деловые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и научные тренинги, встречи с ведущими учеными физиками, организация публичных лекций, внеаудиторная работа в научной библиотеке, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме по дисциплине составляет 30%. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов составляют 50% аудиторных занятий.

Промежуточный контроль усвоения материала осуществляется через выполнение лабораторных работ, тестирование, блицопрос, окончательный контроль – экзамен. Требования к уровню освоения содержания курса заключается в строгом выполнении часовой нагрузки по темам путем выполнения лекционных, лабораторных занятий, написании по предложенным темам рефератов, самостоятельных работ и сдаче экзамена.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и про аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Перечень контрольных вопросов.

1. Введение. Предмет «Физика твердотельных лазеров». История развития квантовой электроники.
2. Спонтанные и индуцированные переходы. Коэффициенты Эйнштейна.
3. Вероятности переходов. Форма спектральной линии, виды уширения спектральных линий.
4. Квантово-механическое описание взаимодействия излучения с веществом.
5. Волновые функции стационарных состояний.
6. Матрица плотности. Матричный элемент оператора перехода.
7. Усиление и генерация электромагнитного излучения.
8. Условия возбуждения. Методы получения инверсной населенности.
9. Оптические квантовые генераторы. Устройство, принцип действия. Разновидности лазеров, режимы генерации.
10. Открытые резонаторы. Продольные и поперечные моды. Дифракционные потери.
11. Устойчивость мод. Селекция мод. Синхронизация мод.
12. Импульсные режимы работы лазеров.

13. Модуляция добротности резонатора и использование ее для получения гигантских импульсов лазерного излучения.
14. Получение сверхкоротких импульсов с использованием синхронизации мод.
15. Основные типы лазеров. Газовые, твердотельные, жидкостные, полупроводниковые, лазеры на свободных электронах.
16. Нелинейное взаимодействие электромагнитного излучения с веществом.
17. Генерация гармоник излучения. Параметрические процессы. Параметрические генераторы.
18. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) света и его использование для перестройки частоты лазерного излучения. ВКР - усилители.
19. Применение приборов квантовой электроники.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттес

Аттестация по защищенным лабораторным работам.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, н для освоения дисциплины.

5.1 Основная литература:

1. Тарасов Л.В. Физика лазера. Издательство: "Ленанд" 2014.

2. Тарасов Л.В. Четырнадцать лекций о лазерах, Издательство: "ЛИБРОКОМ", 2011.
3. Быков В.П. Лазерная электродинамика. Элементарные и когерентные процессы при взаимодействии лазерного излучения с веществом М., "ФИЗМАТЛИТ", 2006.
4. Лазеры на самоограниченных переходах атомов металлов: [в 2 т.]. Т. 2 / В. М. Батенин и др. ; под общ. ред. В. М. Батенина. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011.
5. История лазера / Бертолотти, Марио ; М. Бертолотти ; пер. с англ. П. Г. Крюкова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011.
6. Лазеры ультракоротких импульсов и их применения : [учебное пособие] / Крюков, Петр Георгиевич ; П. Г. Крюков. - Долгопрудный : Интеллект, 2012.
7. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / Тучин, Валерий Викторович ; В. В. Тучин . - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ : Изд-во Саратовского университета , 2010.
8. Лазеры. Лазерные системы / Долгих, Григорий Иванович , В. Е. Привалов ; Г. И. Долгих, В. Е. Привалов ; Рос. акад. наук, Дальневосточное отд-ние, Тихоокеанский океанолог. ин-т им. В. И. Ильичева, С.-Петерб. гос. политехнический ун-т ; [отв. ред. Ю. Н. Кульчин]. - Владивосток : Дальнаука, 2009.
9. Лазерная одиссея / Мейман, Теодор Г. ; Т. Г. Мейман ; пер. с англ. М. Н. Сапожникова ; [автор предисл. К. Мейман]. - М. : Печатные Традиции, 2010.
10. Актуальные проблемы физики лазерной резки металлов / Оришич, Анатолий Митрофанович, В. М. Фомин ; А. М. Оришич, В. М. Фомин ; отв. ред. А. М. Шалагин ; Ин-т теорет. и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН. -Новосибирск:Изд-во СО РАН, 2012.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Грибковский В.П. Полупроводниковые лазеры. Минск, "Университетское",1988.
2. Звелто О. Принципы лазеров. Изд. 3-е, М., "Мир", 1990.
3. Яровой П.Н. Введение в физику лазеров. Учебное пособие. Изд. Иркутского ун-та, 1990.
4. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика: Учебник- М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.
5. Пахомов И.И., Рожков О.В., Рождествин В.Н. Оптико-электронные квантовые приборы. М.“Радио и связь”, 1982.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал: "Квантовая электроника" - ведущий российский научный ежемесячный журнал в области лазеров и их применений, а также по связанным с ними тематикам: лазерная физика и техника, нелинейная оптика , лазерный термоядерный синтез, волоконная и интегральная оптика, воздействие лазерного излучения на вещество, лазерная плазма, оптическая обработка и передача информации, когерентность и хаос, лазерные технологии, нанотехнологии, лазерная медицина и биология(http://www.quantum-electron.ru).
2. Журнал:Applied Physics B: Lasers and Optics Печатный рецензируемый журнал. Тематика: лазерная физика; линейная и нелинейная оптика; сверхбыстрые явления; оптические материалы; квантовая оптика; лазерная спектроскопия (http://www.springer.com/physics/journal/340?cm_mmc=sgw-_-ps-_-journal-_-00340)

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Сайт научной библиотеки сибирского федерального университета http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/94/
2. Сайт содержащий справочные данные различных кристаллов:http://refractiveindex.info/.
3. http://www.lebedev.ru.
4. http://www.gpi.ru.
5. http://www.polyus.msk.ru.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисципл

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал.

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

– оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к устной их защите;
– усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средством изучения рекомендуемой литературы;
– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осущ образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Информационные технологии - не предусмотрены.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru)

2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)
3. Сайт, содержащий справочные данные различных кристаллов используемых для лазеров: http://refractiveindex.info/.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория номер 148С, оснащенная презентационной техникой.
2.	Лабораторные занятия	аудитория номер 320С с компьютерами для моделирования работы лазеров;
3.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.