


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
 Н.Б. Федорова
«30» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

Уровень основной образовательной программы: бакалавриат

Направление подготовки: 16.03.01 Техническая физика

Профиль: Физическая электроника

Форма обучения: очная

Сроки освоения ОПОП: 4 года (нормативный)

Факультет: физико-математический

Кафедра: общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2018

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения учебной дисциплины «Квантовая электроника» является развитие у студентов компетенций, которые позволяют:

– применять основные закономерности формирования когерентных оптических пучков, их основные свойства, методы управления, транспортирования и преобразования оптических пучков, основные методы определения физических параметров лазерного излучения, физические принципы и аппаратную реализацию методов в лазерных устройствах и технологиях;

– подготовить их к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, выработке организованности, трудолюбия, коммуникабельности, способностей к быстрому и самостоятельному приобретению новых знаний;

– использовать совокупность средств и способов человеческой деятельности, направленной на теоретические и экспериментальные исследования, проектирование, конструирование, технологию производства и эксплуатацию приборов и устройств квантовой и оптической электроники различного функционального назначения.

МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ОД.3.9. «Квантовая электроника» относится к вариативной части Блока 1 (обязательные дисциплины).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые предшествующими дисциплинами:

- физика (разделы оптика и атомная физика)
- теоретическая физика
- физика твердого тела и полупроводников

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения, владение, формируемые данной учебной дисциплиной:

- производственная (преддипломная) практика;
- основы менеджмента наукоемких производств;
- специальные вопросы квантовой электроники;
- практикум по квантовой и оптической электронике;
- преддипломная практика;
- выпускная квалификационная работа.

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	Перспективы и возможности профессионального роста в области квантовой электроники в регионе; необходимый для успешного трудоустройства уровень профессионального мастерства.	Выбирать пути профессионального роста.	Навыками планирования профессионального пути.
2.	ОПК-1	способность использовать фундаментальные законы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Физические и математические методы моделирования активных сред, резонаторов квантовых генераторов и устройств на их основе; технологические процессы изготовления активных элементов и лазеров; физико-технические свойства материалов, из которых изготавливаются элементы и узлы квантовых генераторов.	Использовать математические методы для моделирования физических и технологических процессов, протекающих в активных средах, резонаторах и лазерах, применять материалы для активных элементов и лазеров в соответствии с их физико-техническими свойствами и технологическими возможностями.	Методами математического моделирования физических и технологических процессов, протекающих в активных средах и лазерах различного типа и назначения.

3.	ОПК-3	Способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	Способы возбуждения атомов и молекул; методы образования активной среды; свойства лазерного излучения и методы измерения параметров лазеров; принципы построения и управления квантовых генераторов и устройств на их основе.	Возбуждать различными способами атомы и молекулы и создавать активную среду лазеров; измерять характеристики лазерного излучения; применять характерные свойства лазеров для конкретных областей науки и техники; применять методы защиты от лазерного излучения.	Методами возбуждения атомов и молекул; техническими и технологическими методами создания активной среды и квантовых генераторов; методами измерения параметров и защиты от лазерного излучения; приемами применения лазеров в различных устройствах.
4.	ПК-15	Готовность использовать интерференционные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Применять информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	Информационными технологиями при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов

2.5. Карта компетенций дисциплины

Наименование дисциплины: Квантовая электроника

Цель дисциплины	<p>Целями освоения учебной дисциплины является развитие у студентов компетенций, которые позволяют:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять основные закономерности формирования когерентных оптических пучков, их основные свойства, методы управления, транспортирования и преобразования оптических пучков, основные методы определения физических параметров лазерного излучения, физические принципы и аппаратурную реализацию методов в лазерных устройствах и технологиях; – подготовить их к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, выработке организованности, трудолюбия, коммуникабельности, способностей к быстрому и самостоятельному приобретению новых знаний; – использовать совокупность средств и способов человеческой деятельности, направленной на теоретические и экспериментальные исследования, проектирование, конструирование, технологию производства и эксплуатацию приборов и устройств квантовой и оптической электроники различного функционального назначения.
-----------------	--

Общекультурные компетенции

Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Уровень освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	<p><i>Знать.</i> Перспективы и возможности самообразования и профессионального роста в области квантовой электроники в регионе; необходимый для успешного трудоустройства уровень профессионального мастерства</p> <p><i>Уметь.</i> Выбирать пути профессионального роста</p>	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет	<p>Пороговый. Способность ориентироваться в возможностях профессионального роста.</p> <p>Повышенный. Способен самостоятельно выбирать пути профессионального роста и планировать.</p>

		<i>Владеть.</i> Навыками планирования самообразования, профессионального пути			
Общепрофессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Уровень освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ОПК-1	способность использовать фундаментальные законы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<i>Знать.</i> Приемы обобщения и анализа естественно-научной информации в области квантовой электроники; приемы постановки целей при решении задач квантовой электроники <i>Уметь.</i> На основе анализа и обобщения естественно-научной и математической информации ставить цели исследования. <i>Владеть.</i> Приемами обобщения и анализа информации в области квантовой электроники; приемами постановки целей при решении задач квантовой электроники	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет	Пороговый. Способность по готовым схемам и образцам работать с информацией в области квантовой электроники Повышенный. Способен самостоятельно ставить цели исследования на основе анализа и обобщения информации.
ОПК-3	Способность к теоретическим и экспериментальным	<i>Знать.</i> Теоретические закономерности и экспериментальные	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ,	Коллоквиум, защита лабораторных работ, тестирование,	Пороговый. Способен проводить простейшие теоретические и

	исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	методы исследований. <i>Уметь.</i> Применять рекомендации теоретических закономерностей и экспериментальных методов исследования. <i>Владеть.</i> Теоретическими и практическими рекомендациями при проведении исследовательских задач по квантовой электронике.	применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	реферат, ИДЗ, зачет	экспериментальные исследования в области квантовой \электроники. Повышенный. Способен самостоятельно планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области квантовой электроники.
Профессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования	Форма оценочного средства	Уровень освоения компетенций
Индекс	Формулировка				
ПК-15	Готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	<i>Знать.</i> Функциональные, организационные, энергетические схемы конкретных активных сред и опытов. <i>Уметь.</i> Применять функциональные, организационные и энергетические схемы для разработки конкретных активных сред и опытов. <i>Владеть.</i> Методами построения учебно-	Путем проведения лекционных занятий, лабораторных работ, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Коллоквиум, защита лабораторных работ, тестирование, реферат, ИДЗ, зачет	Пороговый. Способен участвовать в проведении исследований конкретных технических задач. Повышенный. Готов к внедрению результатов исследований.

		исследовательских экспериментов по квантовой электронике.			
--	--	---	--	--	--

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		№ 8 часов
1	2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	108	108
В том числе:		
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
2. Самостоятельная работа студента (всего)	60	60
В том числе		
<i>СРС в семестре:</i>		
Курсовая работа	КП	
	КР	
<i>Другие виды СРС:</i>		
Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями).	4	4
Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	8	8
Подготовка к коллоквиуму	3	3
Подготовка к контрольным работам	9	9
Подготовка к лабораторным работам	9	9
Подготовка к защите лабораторных работ	9	9
Подготовка к тестированию	6	6
Подготовка к зачету	12	12
<i>СРС в период сессии</i>		
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	+
	экзамен (Э)	+
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	108
	зач. ед.	3
		108
		3

2.СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1.Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестр а	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
6	1	Активная среда	<i>Введение.</i> Краткая историческая хронология начальных этапов развития квантовой электроники. <i>Структура лазера. Общие требования к активной среде.</i> Коэффициенты Эйнштейна. Спонтанное и вынужденное излучение. Контур и ширина линий излучения (поглощения). Однородное и неоднородное уширение линий.
	2	Оптический резонатор.	<i>Оптический резонатор.</i> Волновая теория открытых резонаторов. Эквивалентные резонаторы. Гауссовы пучки. Волноводные резонаторы. <i>Динамика процессов и свойства излучения лазеров.</i> Условия получения генерации. Угол Брюстера и поляризованное лазерное излучение. Режим свободной генерации. Режим модулированной добротности резонатора. Монохроматичность излучения. Когерентность излучения. Пространственная и временная когерентность. Направленность излучения. Селекция типов колебаний в лазерах. Поперечные и продольные типы колебаний. Кольцевые лазеры. Методы анализа световых сигналов встречных волн.
	3	Способы получения инверсной заселенности.	<i>Способы получения инверсной заселенности в различных средах. Лазеры на твердом теле.</i> Спектр поглощения атомов. Активные среды. Рубиновый лазер. Ниодимовый лазер. <i>Лазеры на жидкостях.</i> Лазеры на органических хелатах. Лазеры на органических красителях. <i>Газовые лазеры.</i> Неупругие столкновения электронов с атомами. Гелий-неоновый лазер. Лазер на двуокиси углерода (СО ₂ -лазер). Спектры молекул. Механизм инверсной заселенности и генерации. Лазеры на самоограниченных переходах (на N ₂ и Cu). Полупроводниковые лазеры. Энергетические зоны. Уровни Ферми. Условия инверсии заселенности. Полупроводниковые лазеры. Полупроводниковые лазеры на

			гетероструктурах.
	4	Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазера.	<p><i>Лазеры и нелинейная оптика. Нелинейная поляризация. Эффект удвоения частоты светового поля. Условия фазового (волнового) синхронизма. Самофокусировка. Двухфотонное и многофотонное поглощение. Вынужденное рассеяние света.</i></p> <p><i>Оптическая голография. Образ объекта и возможности его воспроизводства. Голографический метод и фотография. Голографический процесс. Метод Д.Габор. Отражение голограмм с записью в трехмерных средах. Характеристики голограмм.</i></p> <p><i>Области применения лазеров. Лазеры и опорное направление (строительство, дорожное строительство и т.д.). Системы записи информации, технологические лазерные системы обработки материалов. Лазерные и неразрушающие методы контроля параметров движущихся объектов.</i></p>

2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ	СРС	всего	
1	2	3	4		6	7	8	9
6	1	Активная среда	3			5	8	1 неделя. Коллоквиум
		<i>Введение. Структура лазера. Общие требования к активной среде.</i>	3			5	8	
	2	Оптический резонатор						6 неделя ЗЛР 7 неделя ТСк, ЗЛР
		<i>Оптический резонатор. Волноводная теория открытых резонаторов. Эквивалентные резонаторы. Волноводные резонаторы</i>	2	1		3	6	
				3		3	6	
		<i>Динамика процессов и свойства излучения лазеров. Условия получения генерации. Режим свободной генерации. Режим модулированной добротности резонатора.</i>	1	2		4	7	
<i>Монохроматичность излучения. Когерентность излучения.</i>	2	1		3	6			

	Пространственная и временная когерентность. Направленность излучения.						
			3		3	6	
	<i>Селекция типов колебаний в лазерах. Поперечные и продольные типы колебаний. Кольцевые лазеры. Методы анализа световых сигналов встречных волн.</i>		3		4	7	
	Способы получения инверсной заселенности.	6	12		25	43	
	<i>Лазеры на твердом теле. Спектр поглощения атомов. Активные среды. рубиновый лазер. Ниодимовый лазер.</i>	2	1		3	6	
	<i>Лазеры на жидкостях. Лазеры на органических хелатах. Лазеры на органических красителях.</i>		3		3	6	
	<i>Газовые лазеры. Неупругие столкновения электронов с атомами. He-Ne лазер. He-Cd лазер. Лазер на двуокиси углерода. Спектры молекул. Механизм инверсной заселенности CO₂ –лазера. Лазеры на самоограниченных переходах (на N₂ и Cu).</i>	2	1		4	7	
			3		4	7	
3	<i>Полупроводниковые лазеры. Энергетические зоны Уровни Ферми. условия инверсии заселенности. Полупроводниковые лазеры. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.</i>	2	1		4	7	
			3		4	8	
	Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазеров.						
	<i>Лазеры и нелинейная оптика. Нелинейная поляризация. Эффект удвоения частоты светового поля. Условия синхронизма. Самофокусировка. Двухфотонное поглощение и многофотонное поглощение. Вынужденное рассеяние.</i>	2	1		5	8	
4	<i>Оптическая голография. Голографический метод и фотографический процесс. Метод Д. Габора. Характеристики голограмм.</i>		3		5	8	
							9 неделя ЗЛР 10 неделя. Коллоквиум 11 неделя ЗЛР 12 неделя ЗЛР 13 неделя ТСк, реферат 14 неделя ЗЛР
							16неделя ЗЛР, ТСк ИДЗ Реферат

		<i>Области применения лазеров</i>						
		Итого за семестр	16	32		60	108	
		ИТОГО	16	32		60	108	

2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4	5
6	2	Оптический резонатор	Л.р. № 1. «Изучение модового состава излучения оптического резонатора многомодового гелий-неонового лазера»	3
			Л.р. № 2. «Полупроводниковый инжекционный лазер. Исследование ватт-амперных характеристик»	3
			Л.р. № 3. «Исследование He-Ne лазера. Изучение условий генерации излучения на длине волны 0,6328 мкм»	3
	3	Способы получения инверсной заселенности	Л.р. № 4. «Измерение мощности ИК излучения CO ₂ лазера»	3
			Л.р. № 5. «Исследование He-Ne лазера. Измерение длины волны и длины когерентности излучения»	3
			Л.р. № 6 «Изучение эффекта удвоения частоты световой волны»	3
			Л.р. № 7. «Применение лазера для бесконтактных измерений линейных размеров»	3
			Л.р. № 8. «Исследование триангуляционного метода измерения объемных линейных размеров изделия».	3
	4	Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазеров.	Л.р. № 9. «Определение расходимости лазерного излучения»	2
			Л.р. № 10. «Полупроводниковый инжекционный лазер. Исследование оптических характеристик»	2
			Л.р. № 11. «Исследование He-Ne лазера. Юстировка резонатора»	2
			Л.р. № 12. «Исследование He-Ne лазера. Измерение ватт-амперных характеристик»	2

		ИТОГО в семестре		32
		ИТОГО		32

2.4. Курсовые работы *не предусмотрены.*

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА.

3.1. Виды СРС.

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов
6	1	Активная среда	Работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями).	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2
	2	Оптический резонатор	Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам	3
			Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	3
			Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).	1
			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2
			Подготовка к тестированию.	2
			Подготовка к защите лабораторных работ.	3
			Подготовка к зачету	4
			3	Способы получения инверсной заселенности
	Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	3		
	Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).	1		
	Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2		
	Подготовка к тестированию.	2		
	Подготовка к защите лабораторных работ.	3		
	Подготовка к коллоквиуму.	3		
Подготовка к зачету	4			
4	Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазеров.	Выполнение заданий при подготовке к контрольным работам	3	
		Выполнение заданий при подготовке к лабораторным работам	3	
		Работа со справочными материалами и периодической литературой (словарями, энциклопедиями).	1	

			Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы.	2
			Подготовка к тестированию.	2
			Подготовка к защите лабораторных работ.	3
			Подготовка к зачету	4
ИТОГО в семестре				60

3.2. График работы студента

Семестр № 6

Форма оценочного средства	Условное обозначение	Номер недели															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Коллоквиум	Кл	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Контрольная работа	Кнр	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тестирование письменное	ТСп	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Индивидуальные домашние задания	ИДЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Реферат	Реф	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Защита лабораторных работ	ЗЛР	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+

3.3. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНАМ.

3.3.1. Тематика рефератов

1. Историческая хронология начальных этапов квантовой электроники.
2. Волновая теория открытых резонаторов.
3. Гауссовы пучки.
4. Волноводные резонаторы.
5. Режим модулированной добротности резонатора.
6. Методы селекции продольных типов колебаний.
7. Методы селекции поперечных типов колебаний.
8. Пространственная и временная когерентность излучения.
9. Кольцевые лазеры и методы анализа встречных волн.
10. Лазеры на твердом теле.
11. Лазеры на органических хеллатах.
12. Лазеры на красителях.
13. Твердотельные лазеры с накачкой от диодов полупроводниковых лазеров.
14. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.
15. Лазеры на углекислом газе (CO₂-лазер).
16. Лазеры и нелинейная оптика.
17. Эффект удвоения частоты.
18. Вынужденное рассеяние света.
19. Двухфотонное и многофотонное поглощение.
20. Нелинейный фотоэффект.
21. Физическая основа голографии.
22. Лазеры и опорное направление.
23. Лазерные неразрушающие методы контроля.
24. Лазерные системы записи и хранения информации.
25. Лазерные технологии при обработке различных материалов.
26. Лазерные лидары.
27. Лазерные системы связи.
28. Применение лазеров для получения высокотемпературной плазмы.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

(см. Фонд оценочных средств)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

Рейтинговая система не используется

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семес тр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Иванов, И.Г. Основы квантовой электроники : учебное пособие / И.Г. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Физический факультет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2011. - 174 с. - библиогр. с: С. 168-169. - ISBN 978-5-9275-0873-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241055 (13.11.2018).	1-4	6	ЭБС	
2.	Карлов, Н.В. Лекции по квантовой электронике / Н.В. Карлов. - Москва : Наука, 1988. - 322 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45404 (13.11.2018).	1-4	6	ЭБС	
3.	Шангина, Л.И. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Л.И. Шангина. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 303 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208584 (13.11.2018).	1-4	6	ЭБС	

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семес тр	Количество экземпляров	
				В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6
1.	Орликов, Л.Н. Основы технологии оптических материалов и изделий : учебное пособие / Л.Н. Орликов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). Кафедра электронных приборов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - Ч. 1. - 88 с. : ил.,табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209012 (13.11.2018).	1-4	6	ЭБС	
2.	А.С. Борейшо, С.В. Ивакин. Лазеры: Устройство и действие: Учебное пособие – СПб.: Издательство «Лань», 2017 - 304с. URL: https://e.lanbook.com/reader/book/93585/#1	1-4	6	2	
3.	А.С. Борейшо, С.В. Ивакин. Лазеры: Применения и приложения: Учебное пособие – СПб.: Издательство «Лань», 2016 - 520с. URL: https://e.lanbook.com/reader/book/87570/#1	1-4	6	ЭБС	
4.	Степанов В.А., Ельцов А.В., Захаркин И.А. Квантовая электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие, допущено УМО РФ/ Изд-во ЗАО «Приз», 2011 // http://www.biblioclub.ru	1-4	6	ЭБС	5
5.	Богданов А.В., Голубенко Ю.В. Волоконные технологические лазеры и их применение: Учебное пособие – СПб.: Издательство «Лань», 2016 - 208с. URL: https://e.lanbook.com/reader/book/72971/#1	1-4	6	ЭБС	

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 10.07.2018).
2. Университетская библиотека ONUNE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: http://biblioclub.ni/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 15.04.2018).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Журнал «Квантовая электроника» – URL: www.quantum-electron.ru (дата обращения 15.10.2016)
2. Сайт ОАО «Плазма» – URL: www.plasmalabs.ru (дата обращения 15.10.2016)
3. Сайт ЗАО «Лазер Варио Ракурс» – URL: www.laservr.ru (дата обращения 15.10.2016)
4. Первый российский сайт о лазерах и лазерных указках – URL: www.lasers.org.ru (дата обращения 15.10.2016)
5. Голография. Виртуальная галерея – URL: www.holography.ru (дата обращения 15.10.2016)
6. Научная сеть – URL: www.nature.web.ru (дата обращения 15.10.2016)

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, компьютерный класс.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office: Word, Excel, Power Point и др. (или свободно распространяемое ПО – пакет с аналогичными возможностями).

6.3. Требования к специализированному оборудованию: лабораторные стенды по квантовой электронике, соответствующие требованиям техники безопасности.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ *(Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)*

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по алгоритму и др.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	<i>Реферат:</i> Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата. <i>Темы рефератов представлены в пункте 3.3.1</i>
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

- 1. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.*
- 2. Использование слайд-презентаций при проведении практических занятий.*

10. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.

1. Операционная система Windows Pro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО).

11. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ.

Приложение 1.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт Фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контрольные разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства
1.	<p><i>Оптический резонатор.</i> Изучение модового состава излучения оптического резонатора многомодового гелий-неонового лазера. Полупроводниковый инжекционный лазер Исследование ватт-амперных характеристик. Исследование He-Ne лазера. Изучение условий генерации излучения на длине волны 0,6328 мкм Измерение мощности излучения CO₂ лазера. Определение расходимости лазерного излучения.</p>	<p>ОК-7 ОПК-1</p> <p>ОПК-3</p> <p>ПК-15</p>	Зачет 6 семестр
2.	<p><i>Способы получения инверсной заселенности.</i> Полупроводниковый инжекционный лазер. Исследование оптических характеристик Исследование He-Ne лазера. Юстировка резонатора. Исследование He-Ne лазера. Исследование ватт-амперных характеристик. Исследование He-Ne лазера. Измерение длины волны и длины когерентного излучения. Изучение эффекта удвоения частоты световой волны</p>	<p>ОК-7 ОПК-1</p> <p>ОПК-3</p> <p>ПК-15</p>	
3.	<p><i>Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазеров.</i> Применение лазера для бесконтактных измерений линейных размеров изделия. Исследование триангуляционного метода измерения объема линейных размеров изделия.</p>	<p>ОК-7 ОПК-1</p> <p>ПК-6</p> <p>ПК-15</p>	

Требования к результатам обучения по учебной дисциплине.

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
1	2	3	4
ОПК-1	способность использовать фундаментальные законы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<i>Знать.</i> З1 Роль и значение естественнонаучных и математических дисциплин при изучении законов квантовой электроники	ОПК1 З1
		<i>Уметь.</i> У1 оценивать профессиональную значимость закономерностей квантовой электроники с позиций естественнонаучных и математических дисциплин	ОПК1 У1
		<i>Владеть.</i> В1 методами оценки профессиональной значимости закономерностей квантовой электроники с применением естественнонаучных и математических дисциплин	ОПК1 В1
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	<i>Знать.</i> З1 Перспективы и возможности самообразования и профессионального роста в области квантовой электроники	ОК7 З1
		<i>Уметь.</i> У1 Выбирать пути самообразования при профессиональном росте	ОК7 У1
		<i>Владеть.</i> В1 Навыками планирования самообразования, профессионального пути в области квантовой электроники	ОК7 В1
ОПК-3	способность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	<i>Знать.</i> З1 Теоретические закономерности и экспериментальные методы исследований при изучении квантовой электроники.	ОПК3 З1
		<i>Уметь.</i> У1 Применять рекомендации теоретических закономерностей и экспериментальных методов исследования в области квантовой электроники.	ОПК3 У1
		<i>Владеть.</i> В1 Теоретическими и практическими рекомендациями при проведении исследовательских задач по квантовой электронике.	ОПК3 В1

ПК-15	готовность использовать информационные технологии при разработке и проектировании новых изделий, технологических процессов и материалов	<i>Знать.</i> З1 Информационные технологии для разработки и проектирования новых изделий.	ПК15 З1
		<i>Уметь.</i> У1 Применять информационные технологии для разработки и проектирования новых изделий.	ПК15 У1
		<i>Владеть.</i> В1 Информационными технологиями для разработки и проектирования новых изделий	ПК15 В1

**Комплект оценочных средств для промежуточной аттестации
(зачет 8 семестр)**

№ п/п	Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	2	3
	Активная среда	
1	Описать экспериментальные возможности установления связи спонтанного и вынужденного излучения	ОПК-3 31, У1, В1
2	Описать физическую природу однородного и неоднородного уширения спектральных линий	ОПК-1 31, У1, В1
3	Использовать методы атомной физики для описания энергетической и зонной структуры твердотельных лазеров.	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
4	Использовать методы атомной физики для описания энергетической и зонной структуры полупроводниковых лазеров.	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
5	Описать учет распределения электронов по энергиям в положительном столбе разряда и процессы возбуждения атомов (ионов и молекул) для прямого и ступенчатого неупругого столкновения. Описать результаты ударов второго рода при столкновении атомов и молекул.	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
6	Использовать знание математического описания физической природы излучения (поглощения) атомов с применением коэффициентов Эйнштейна	ОПК-1 31, У1, В1
7	Описать ширину спектральной линии излучения (поглощения) и связь с принципом неопределенностей Гейзенберга и эффектом Доплера	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
	Оптический резонатор	
8	Описать результаты волновой природы продольных и поперечных типов колебаний открытых резонаторов	ОПК-1 31, У1, В1
9	Описать методы селекции поперечных и продольных типов колебаний	ОПК-1 31, У1, В1 ОПК-3 31, У1, В1
10	Описать экспериментальную методику измерения модовой структуры излучения лазера	ОПК-3 31, У1, В1
11	Описать связь дифракции света и Гауссовых пучков, влияние дифракции света на дифракционные потери внутри резонатора	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
12	Нелинейная оптика. Описать результаты поворота плоскости поляризации света в кристаллах под действием электрического и магнитного поля.	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
13	Описать эффект модуляции добротности резонатора и физическую природу гигантского импульса	ОПК-1 31, У1, В1 ОПК-3 31, У1, В1
	Способы получения инверсной заселенности	
14	Описание условий инверсии заселенности полупроводниковых лазеров	ОПК-1 31, У1, В1
15	Описать физическую природу лазеров на р-п переходах и гетероструктурах. Описать условия инверсии заселенности в газоразрядных лазерах (He-Ne).	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
16	Описать физическую природу лазеров на р-п переходах и гетероструктурах. Описать условия инверсии	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1

	заселенности в газоразрядных лазерах (He-Cd).	
17	Описать физическую природу лазеров на p–n переходах и гетероструктурах. Описать условия инверсии заселенности в газоразрядных лазерах (CO ₂).	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
18	Описать условия генерации в кольцевом лазере, области их применения; методы обработки интерференциальных сигналов встречных световых лазерных пучков	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
19	Описать пространственную и временную когерентность лазеров (физическую природу и экспериментальные методы измерения длины когерентности).	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1 ОПК-3 31, У1, В1
	Нелинейная оптика. Голография. Области применения лазеров	
20	Описать физическую природу законов интерференции света и методы получения объемных голограмм. Сформулировать выводы о различии голограмм, воспроизводимых с помощью когерентного (монохроматического) и белого света	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
21	Описать экспериментальные возможности измерения мощности и расходимости лазерного излучения. Лазеры и опорное направление.	ОПК-3 31, У1, В1 ПК-6 31, У1, В1
22	Оптические схемы применения лазеров в строительстве домов (скользящая опалубка), строительных, кровельных материалов (на конвейере), тоннелей (с применением опорных точек)	ОПК-3 31, У1, В1 ПК-15 31, У1, В1
23	Описать эффект двойного лучепреломления кристаллов и физическую природу удвоения частоты.	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
24	Описать эффект двухфотонного поглощения и ионизации атомов.	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
25	Описать эффект многофотонного поглощения и ионизации атомов.	ОПК-1 31, У1, В1 ОК-7 31, У1, В1
26	Описать экспериментальные методы применения триангуляционного метода для контроля (сканирования) 3D поверхности сложных изделий	ОПК-3 31, У1, В1 ПК-15 31, У1, В1

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

«зачтено» – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«зачтено» - оценка соответствует повышенному уровню и

выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«зачтено» - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.