

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиотехнических систем»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета РТ

\_\_\_\_\_/ Холопов И.С.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

\_\_\_\_\_/ Корячко А.В.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

Заведующий кафедрой РТС

\_\_\_\_\_/ Кошелев В.И.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.16 «ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ»**

Направление подготовки

11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки

Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения

Уровень подготовки

бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – заочная

Рязань 2020 г

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Минобрнауки № 931 от 19.09.2017 г.

Разработчики  
доцент кафедры «Радиотехнических систем»  
Осокин Владимир Степанович

---

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г., протокол № \_\_\_\_ .

Заведующий кафедрой  
Радиотехнических систем  
Кошелев Виталий Иванович

---

(подпись)

(Ф.И.О.)

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы специалитета**

Дисциплина предназначена для рассмотрения в небольшом объеме основных вопросов, относящихся к основам формирования и обработки оптических (лазерных) сигналов, а также к принципам построения лазерных систем различного назначения, используемых в радиоэлектронике.

Задача изучения дисциплины состоит в комплексной подготовке бакалавра, предназначенного для работы на промышленных предприятиях, в научных, конструкторских и проектных организациях в первичных должностях, а также в научных и проектно-конструкторских организациях в первичных должностях.

**Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)**

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
06 (06.0005) Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно-исследовательский	- Проведение исследований в целях совершенствования радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения. Анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников. Математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров Разработка методов приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик	Радиотехнические комплексы, системы, и устройства приема, передачи и обработки сигналов, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.

		<p>радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>Проведение аппаратного макетирования и экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик, планируемых при проектировании радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации. стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	
	<p>проектный</p>	<p>Разработка структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.</p> <p>Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.</p> <p>Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств</p>	<p>Радиотехнические комплексы, системы, и устройства приема, передачи и обработки сигналов, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.</p>

		<p>радиотехнических систем. Расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.</p> <p>Разработка проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ.</p> <p>Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	
25 (25.027) Ракетно-космическая промышленность	научно-исследовательский	<p>- Проведение исследований и испытаний бортовой аппаратуры космических аппаратов (БАКА) и входящих в нее функциональных узлов, разработанных на основе модернизируемых технических решений.</p> <p>Расчет электрических режимов электронной компонентной базы БАКА.</p> <p>Моделирование функциональных узлов и изделий БАКА.</p>	Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.
	проектный	<p>Проведение расчетов для разработки функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов.</p> <p>Макетирование и</p>	Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.

		<p>моделирование электронных узлов БАКА. Анализ входных данных для выполнения расчетов при разработке функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов. Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем; Сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; Расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; Разработка проектной и технической документации, Оформление законченных проектно-конструкторских работ; Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	
--	--	---	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Данная дисциплина (модуль) относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) бакалавриата «Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения» направления 11.03.01 Радиотехника. Дисциплина (модуль) изучается на 4 курсе в 8 семестре и базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: физика, радиотехнические цепи и сигналы, устройства генерирования и формирования сигналов, электроника.

Знания, умения и навыки, сформированные данной дисциплиной могут быть использованы в других дисциплинах ОПОП бакалавриата «Радиотехника» направления подготовки 11.03.11 «Радиотехнические системы локации, навигации и телевидения».

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: <b>научно-исследовательский</b>				
Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; Моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; Участие в планировании и проведении экспериментов по заданной	Радиотехнические комплексы, системы, и устройства приема, передачи и обработки сигналов, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.  Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.	ПК-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.	ПК-1.1. Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем ПК-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.	06.005 Инженер-радиоэлектронщик  25.027 Радиотехнические системы, комплексы и устройства бортовых космических систем.

методике; Обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; Составление обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований; Организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок.				
---	--	--	--	--

**4. Объём дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.**

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

Вид учебной работы	Семестр
	8
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	48,25
Лекций	24
Практические занятия (ПЗ)	8
Лабораторные работы (ЛР).	16
ИКР	0,25
Самостоятельная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	51
Самостоятельные занятия:	51
Контроль	8,75
Вид промежуточной аттестации	Зачет



**5. Содержание дисциплины (модуля), структурирование по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

В структурном отношении программа представлена следующими разделами:

**I раздел.** Введение.

**II раздел.** Формирование оптического излучения.

**III раздел.** Оптические антенны.

**IV раздел.** Распространение лазерного излучения в оптических средах.

**V раздел.** Модуляция оптического (лазерного) излучения.

**VI раздел.** Фотозлектронные детекторы.

**VII раздел.** Помехи в оптическом диапазоне волн.

**VIII раздел.** Прием оптических сигналов.

**IX раздел.** Обнаружение оптических сигналов.

**X раздел.** Лазерные локаторы.

**XI раздел.** Лазерные дальнометры и радары.

**XII. раздел.** Лазерные измерители угловых координат

**XIII раздел.** Лазерные системы видения.

**XIV раздел.** Оптические (лазерные) линии связи.

**5.1. Содержание дисциплины (модуля), структурированные по темам (разделам)**

<b>Раздел дисциплины (модуля)</b>	<b>Содержание модуля</b>
I раздел. Введение.	Оптический диапазон волн и его свойства.
II раздел. Формирование оптического излучения.	Физические принципы усиления и генерации когерентного света. Энергетические уровни и их населенность. Переходы между энергетически уровнями. Условия усиления когерентного излучения. Обобщенная модель лазера. Оптические резонаторы. Лазеры работающие в режиме Q- модуляции. Классификация лазеров по активному веществу. Параметры типовых твердотельных, газовых и полупроводниковых лазеров.
III раздел. Оптические антенны.	Назначение оптических антенн. Оптические антенны с разделенными каналами приема и передачи. Передающие оптические антенны. Приемные оптические антенны. Спектральная пространственная селекция лазерного излучения. Оптические полосовые фильтры.
IV раздел. Распространение лазерного излучения в оптических средах.	Основные причины ослабления лазерного излучения. Закон Бугера. Спектральный коэффициент пропускания. Окна прозрачности. Метеорологическая дальность видимости. Оптическая рефракция в земной атмосфере. Искажение импульсов оптического

	излучения в аэрозольной и турбулентной атмосфере.
V раздел. Модуляция оптического (лазерного) излучения.	Внутренняя и внешняя модуляция. Классификация модуляторов. Модуляционные характеристики. Амплитудно-импульсная модуляция. Q-модуляция.
VI раздел. Фотоэлектронные детекторы.	Фотоэлектронные детекторы на основе внутреннего и внешнего фотоэффектов. Фотоэлектронные усилители, фотодиоды. Области их применения. Характеристики и параметры фотодетекторов.
VII раздел. Помехи в оптическом диапазоне волн.	Внутренние и внешние помехи. Источники помех. Фоновая помеха. Помеха обратного рассеивания. Квантовые шумы. Геометрическая схема локации в атмосфере.
VIII раздел. Прием оптических сигналов.	Особенности приемов сигналов в оптическом диапазоне волн. Лазерный приемник. Статистические характеристики сигнала, шума и их смеси на выходе фотодетектора.
IX раздел. Обнаружение оптических сигналов.	Задача обнаружения оптического сигнала. Оптимальный обнаружитель оптического сигнала. Характеристики обнаружения и пороговая мощность оптического сигнала. Расчет пороговой мощности.
X раздел. Лазерные локаторы.	Особенности поиска и захвата цели в лазерных локаторах. Виды сканирования пространства в области целеуказания. Спиральная и построчная развертки. Виды сканирующих устройств (сканеры). Схемы локаторов работающих в режиме поиска и обнаружения цели. Дальность оптической локации.
XI раздел. Лазерные дальномеры и радары.	Импульсные лазерные дальномеры. Принцип измерения дальности. Погрешности измерения дальности. Фазовые лазерные дальномеры. Выбор масштабной частоты.
XII раздел. Лазерные измерители угловых координат	Измерение угловых координат. Дискриминаторы направления. Особенности построения и принципы синтеза контура автоматического сопровождения цели.
XIII раздел. Лазерные системы ведения.	Принципы построения лазерных систем видения. Обобщенная структурная схема лазерной системы видения. Пространственно-частотные передаточные функции. Пороговая чувствительность. Расчет разрешающей способности и дальности ведения ЛСВ. Фильтрация помех.
XIV раздел. Оптические (лазерные) линии связи.	Преимущества и недостатки лазерных систем связи. Атмосферные линии связи. Волоконно-оптические системы связи. Оптический кабель.

**5.2 разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	Лекции	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	I раздел. Введение.	0,5	0,5	0,5			
2	II раздел. Формирование оптического излучения.	7,5	3,5	3,5			4
3	III раздел. Оптические антенны.	3,5	1,5	1,5			2
4	IV раздел. Распространение лазерного излучения в оптических средах.	3,5	1,5	1,5			2
5	V раздел. Модуляция оптического ( лазерного) излучения.	6	2	2			4
6	VI раздел. Фотоэлектронные детекторы.	3	1	1			2
7	VII раздел. Помехи в оптическом диапазоне волн.	3	1	1			2
8	VIII раздел. Прием оптических сигналов.	6	2	2			4
9	IX раздел. Обнаружение оптических сигналов.	6	2	2			4
10	X раздел. Лазерные локаторы.	14	10	2		4	4
11	XI раздел. Лазерные дальнометры и радары.	13,5	9,5	1,5		4	4
12	XII раздел. Лазерные измерители угловых координат	13,5	9,5	1,5		4	4
13	XIII раздел. Лазерные системы ведения.	16,5	10,5	2		4	6
14	XIV раздел. Оптические (лазерные) линии связи.	20	11	2	2	4	9
15	Итого	99	48	24	8	16	51

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине представленной в виде оценочных материалов и приведен в приложении.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

1. Исследование принципов построения лазерного локатора: Методические указания к лаб. работе/ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2010г.-16с.№ 4351.
2. Исследование импульсного лазерного дальномера: Методические указания к лаб. работе/ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2016г.-16с.№ 4991.
3. Исследование четырехканального координатора лазерной локационной системы./ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2011г.-16с.№ 4439.
4. Исследование лазерных систем ведения./ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2012г.-24с.№ 4543.
5. Исследование цифровых волоконно-оптических систем передачи./ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2013г.-24с.№ 4691.
6. Обнаружение оптических сигналов./ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2015г.-12с.№ 4927.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### *а) основная литература:*

1. Основы импульсной лазерной локации. Учебное пособие для вузов. В.Н. Козинцев и др./под ред. Рождествина.-М. изд. МГТУ им. Баумана. 2006г.-512с.
2. Малашин М.С., Каменский Р.П., Борисов Ю.Б. Основы проектирования лазерных локационных систем. -М. Высшая школа. 1983г.-207с.
3. Исследование принципов построения лазерного локатора: Методические указания к лаб. работе/ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2010г.-16с.№ 4351.
4. Исследование импульсного лазерного дальномера: Методические указания к лаб. работе/ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2016г.-16с.№ 4991.
5. Исследование четырехканального координатора лазерной локационной системы./ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2011г.-16с.№ 4439.
6. Исследование лазерных систем ведения./ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2012г.-24с.№ 4543.
7. Исследование цифровых волоконно-оптических систем передачи./ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2013г.-24с.№ 4691.
8. Обнаружение оптических сигналов./ РГРТУ; сост. В.С. Осокин. Рязань, 2015г.-12с.№ 4927.

### *б) дополнительная литература:*

1. В.С. Айрапетян, О.К. Ушаков. Физика лазеров. Учебное пособие- Новосибирск. СГГА, 2012г.-134с.
2. Лазерные приборы и методы измерения дальности: учебное пособие под ред. В.Е. Карасика- М. изд. МГТУ им. Баумана.2012г.-92с.

3. Барышников Н.В., Бокшинский В.Б, Карасик В.Е.. приемопередающие устройства лазерных локационных изображающих систем. М.: изд. МГТУ им. Баумана.2004г.-84с.

4. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты систем передачи, измерения. –М.: компания САЙРУСССИСТЕММ.С,1999г.-600с.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### *1. Научно-технические журналы:*

- Радиоэлектронные технологии <http://kret.com/tags/>
- Цифровая обработка сигналов <http://www.dsps.ru>
- Сайт компании National Instruments <http://russia.ni.com/radar#tab1>;  
<http://russia.ni.com/radar#tab2>; <http://russia.ni.com/radar>

### *2. Сайты НИИ «Полюс», ОАО «Красногорский завод им. Зверева»*

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины целесообразно предварительно самостоятельно изучить материал, используя рекомендуемую литературу и сетевые источники информации. Это позволяет активно воспринимать материал лекций и уточнять неясные вопросы.

При подготовке к практическим занятиям необходимо изучить лекционный материал, рекомендации, приведенные в методических указаниях, выполнить предварительный расчет, проделать анализ расчетов, проконсультироваться у преподавателя.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения к информационно-справочным системам**

А) Электронно-библиотечная система «Лань»; режим доступа - с любого компьютера РГРТУ без пароля.-URL.: <https://ellanbook/com/>

Б) Электронно-библиотечная система «IPR books»; режим доступа - с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю - URL.: <https://iprobookshop.ru/>.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

Для освоения дисциплины необходимы:

### 1. лекционные занятия

- комплект электронных презентаций/слайдов;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер);

### 2. практические занятия

- компьютерный класс;
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер);

### 3. лабораторные работы

- лаборатория 520к2, оснащенная сетью компьютеров.

Программу составил:

к.т.н., доцент каф. РТС

\_\_\_\_\_

(Осокин В.С.)

Программа рассмотрена и  
одобрена на заседании  
кафедры РТС

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г

(протокол № \_\_ )