

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

31.05.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

С.1.2.25 Основы построения оптических локационных систем

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация выпускника

Специалист

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Специализация

Радиолокационные системы и комплексы

Курс 5  
Семестр 9

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	48	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	60	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	9	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составили:

доцент (должность)	Физики (кафедра)	СОГЛАСОВАНО	Д.В. Карасев (И.О. Фамилия)
доцент с ученой степенью кандидата наук (должность)	Физики (кафедра)	СОГЛАСОВАНО	Д.В. Карасев (И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра физики

		(наименование кафедры)	
26.05.2021 (дата)	протокол №	8	
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.С. Масленников (И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов (И.О. Фамилия)
---------------------	-------------	--------------------------------

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов (И.О. Фамилия)
-------------	------------------------------

Эксперт(ы): Власов Никита Михайлович, заместитель главного конструктора АО  
Марийский машиностроительный завод - заместитель начальника НТЦ «Коралл»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 09.06.2021 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	ПК-1.1 Знать стадии проектирования	<b>знания:</b> Знать стадии проектирования <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-1.2 Уметь разрабатывать техническое задание на проектирование	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Уметь разрабатывать техническое задание на проектирование <b>навыки:</b>
2. ПК-2 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПК-2.1 Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов	<b>знания:</b> Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-2.2 Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных	<b>знания:</b> <b>умения:</b> ПК-2.2 - Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов <b>навыки:</b>
	ПК-2.3 Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Радиоавтоматика (ПК-1), Статистическая радиотехника (ПК-1), Радиоавтоматика (ПК-2), Основы теории радионавигационных систем и комплексов (ПК-

2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы теории радиолокационных систем и комплексов (ПК-1), Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы (ПК-1), Радиолокационные системы и комплексы с высокой разрешающей способностью (ПК-1), Основы теории радиосистем и комплексов управления (ПК-2), Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы (ПК-2), Радиолокационные системы и комплексы с высокой разрешающей способностью (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма, проблемная лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 9 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Свойства лазерных локационных сигналов</b>	<b>54</b>	ПК-1, ПК-2
Лекция. Отражающие свойства объектов лазерной локации земной и морской поверхностей. Зеркальное и диффузное отражение. Светоотражатели. Отражение от объектов сложной формы. Отражающие свойства различных элементов земного ландшафта. Отражение от морской поверхности. Влияние волнения на отражающие свойства.	2	
Лекция. Распространение лазерного излучения в атмосфере. Оптические свойства земной атмосферы. Оптическая рефракция в земной атмосфере. Распространение излучения в аэрозольной атмосфере. Распространение излучения в турбулентной атмосфере.	2	
Лекция. Помехи в системе лазерной локации. Помехи, вызванные отражением лазерного излучения от толщи среды и от подстилающей поверхности. Фоновые помехи	2	
Лекция. Флуктуационные характеристики лазерного локационного сигнала. Эффект дрожания изображения. Флуктуации интенсивности лазерного локационного сигнала. Флуктуации времени прихода сигнала	2	
Практическое занятие. Законы отражения и преломления света. Дифракция света. Разрешающая способность оптических систем	2	
Практическое занятие. Отражение от объектов сложной формы. Отражающие свойства различных поверхностей	2	
Практическое занятие. Оптические свойства земной	2	

атмосферы. Модель стандартной атмосферы		ПК-1, ПК-2
Практическое занятие. Рассеяние света на неоднородностях земной атмосферы	2	
Практическое занятие. Помеха обратного рассеяния от толщи среды	2	
Практическое занятие. Фоновые помехи в системах оптической локации	2	
Практическое занятие. Модели турбулентности атмосферы	2	
Практическое занятие. Флуктуации лазерного локационного сигнала	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Оценка разрешающей способности оптических систем	30	
<b>Принципы построения лазерных локационных систем</b>	<b>54</b>	
Лекция. Технические средства оптической локации. Приемники излучения в системах оптической локации. Оптические системы лазерных локационных систем. Сканирующие системы	2	
Лекция. Структурные схемы лазерных локационных систем. Лазерные локаторы с некогерентным детектированием излучения. Лазерные локаторы с когерентным детектированием излучения.	2	
Лекция. Обнаружение и измерение параметров сигнала в системах лазерной локации. Обнаружение сигнала. Измерение параметров сигнала. Измерение дальности. Измерение угловых координат	2	
Лекция. Обзор современных лазерных локационных систем слежения, наведения, дальнометрии. Лазерные импульсные альтиметры. Лазерные дальнометрические системы для высокоточных геофизических измерений. Лазерные локационные системы для автоматического сопровождения и определения координат целей	2	
Практическое занятие. Расчет оптических систем лазерных локаторов	2	
Практическое занятие. Приемники оптического излучения	2	
Практическое занятие. Некогерентное детектирование излучения	2	
Практическое занятие. Когерентное детектирование излучения	2	
Практическое занятие. Задача обнаружения сигнала на фоне помех	2	
Практическое занятие. Статистические методы оценки параметров сигнала	2	
Практическое занятие. Исследование работы импульсного лазерного дальномера	2	
Практическое занятие. Исследование работы системы автоматического сопровождения и определения координат целей	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Моделирование работы оптического импульсного дальномера	30	
Иная контактная работа: зачет	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины включает выполнение, расчётно-графической работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Основы импульсной лазерной локации [Текст] : учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовка "Оптотехника" и специальностям "Лазерная техника и лазерные технологии", "Лазерные системы в ракетной технике и космонавтике", "Опто-электронные приборы и системы" и т. д. / В. И. Козинцев [и др.] ; под редакцией В. Н. Рождествина. Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 511 с. ISBN 5-7038-2706-X. Экземпляры: всего 3.	3
2.	Козинцев, В. И. Основы импульсной лазерной локации [Электронный ресурс] / Козинцев В. И., Белов М. Л., Орлов В. М., Городничев В. А., Стрелков Б. В. 2-е изд. Москва: МГТУ им. Баумана, 2010. - 573 с. ISBN 978-5-7038-3436-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/106446">https://e.lanbook.com/book/106446</a>
3.	Скворцов, Л. А. Лазерные методы дистанционного обнаружения химических соединений на поверхности тел [Электронный ресурс] / Скворцов Л. А. Москва:	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73540">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73540</a>

	Техносфера, 2014. - 208 с. ISBN 978-5-94836-387-5.	
4.	Данилин, Игорь Михайлович. Лазерная локация земли и леса [Текст] : [учеб. пособие для студентов по направлению подгот. и специальностям : 310900 "Землеустройство", 311000 "Земел. кадастр", 311100 "Гор. кадастр" и др.] / И. М. Данилин, Е. М. Медведев, С. Р. Мельников ; Моск. гос. ун-т геодезии и картографии, Сиб. гос. технол. ун-т, СО РАН, Ин-т леса и др. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2005. - 181 с. ISBN 5-7479-0847-2. Экземпляры: всего 11.	11
5.	Воробьев, Валерий Иванович. Оптическая локация для радиоинженеров [Текст] : [научное издание] / В. И. Воробьев ; под ред. В. П. Васильева. Москва: Радио и связь, 1983. - 175, [2] с. Экземпляры: всего 5.	5

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
-----------	---	---------------------------------	-------------------------

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ

## 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Вычислить предельную дальность до объектов, обнаруживаемых с помощью лазерного локатора, установленного на беспилотном летательном аппарате и имеющим следующие характеристики: диаметр входного зрачка 50 мм, удельная обнаружительная способность фотоприемника  $3 \cdot 10^{10}$  (Гц·см)<sup>1/2</sup>·Вт<sup>-1</sup>; частотная ширина полосы усиления 1 ГГц; диаметр чувствительной области приемника 50 мм; мощность импульсного лазера 1 МВт, среднеквадратичное значение шумов усилителя в 2 раза больше среднеквадратичного значения шумов приемника, коэффициент диффузного отражения зондируемого объекта 0,2; Для уменьшения влияния постоянных мешающих фонов в приемном канале используется фильтр помех.

Ответ: максимальная дальность обнаружения около 240 м

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Основные теоретические сведения об оптическом и лазерном излучении
2. Основные физические явления, на которых построена работа лазера
3. Основные типы фотоприемников и их характеристики
4. Приемные оптические системы лазерных локаторов. Схема телескопа Ньютона
5. Законы отражения и преломления оптического излучения
6. Отражающие свойства объектов лазерной локации, земной и морской поверхностей
7. Оптическая рефракция в земной атмосфере
8. Оптические свойства земной атмосферы.
9. Аэрозоли. Их влияние на распространение оптического излучения
10. Основные модели турбулентности. Влияние турбулентности на распространение оптического излучения
11. Классификация помех в системах оптической локации
12. Флуктуации лазерного локационного сигнала
13. Лазерные локаторы с некогерентным детектированием излучения
14. Лазерные локаторы с когерентным детектированием излучения
15. Основные методы обнаружения сигнала на фоне помех
16. Статистические методы оценки параметров сигнала
17. Лазерные дальнометрические системы
18. Лазерные локационные системы для автоматического сопровождения и измерения координат целей



19. Достоинства и недостатки лазерных локационных систем по сравнению с радиолокационными системами
20. Основные области применения оптических локационных систем