

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БЛИЖНЕЙ РАДИОЛОКАЦИИ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Взрыватели
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	4	144	51	17	17	17	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Митюшов Александр Иванович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БЛИЖНЕЙ РАДИОЛОКАЦИИ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-18 — способность демонстрировать знания способов передачи информации на взрыватели в процессе их боевого применения
ОПК-6 — способность использовать в инженерной деятельности методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием современных информационных технологий
ОПК-8 — способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-18**

*знания:*

физических процессов в радиоэлектронных элементах и устройствах автономных информационных и управляющих систем, связанных с неконтактным взаимодействием с целью, в том числе с использованием радиоволн;

*умения:*

выполнять инженерные расчеты для оценки параметров устройств систем ближней локации;

*навыки:*

анализировать назначение и возможности систем ближней локации автономных информационных и управляющих систем.

### **ОПК-6**

*знания:*

методов информационных технологий, применяемых при анализе работы устройств ближней локации;

*умения:*

применять изученные законы, принципы и методы для анализа функционирования устройств ближней локации и оценки их работоспособности;

*навыки:*

решать расчетные задачи с использованием компьютерных технологий.

### **ОПК-8**

*знания:*

критериев, алгоритмов и правил обработки сигналов в системах ближней локации;

*умения:*

учитывать современные тенденции развития электроники при решении задач, связанных с обработкой информации устройств ближней локации;

*навыки:*

работать с научно-технической литературой и учебными пособиями;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БЛИЖНЕЙ РАДИОЛОКАЦИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЛОСОФИЯ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, РАДИОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЛИЖНЕЙ ЛОКАЦИИ, ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ПОРАЖЕНИЯ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ, СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-10 — Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения
- ОПК-11 — Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-12 — Способен качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-13 — Способен проводить технико-экономическую оценку мероприятий и технических решений проектирования, производства, испытаний и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ПСК-15 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования
- ПСК-18 — Способен демонстрировать знания способов передачи информации на взрыватели в процессе их боевого применения
- УК-5 — Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-18	ОПК-6	ОПК-8
4	8	<b>Раздел 1. Основы статистической теории обнаружения.</b> 1.1 Обнаружение как статистическая задача. 1.2 Обнаружение сигналов с полностью известными параметрами. 1.3 Согласованные фильтры. 1.4 Обнаружение сигналов со случайными параметрами. 1.5 Когерентная и некогерентная обработка пачек сигналов. 1.6 Оптимальные фильтры. 1.7 Учёт потерь при обработке сигналов. 1.8 Показатели качества обнаружения.	59	23	7	8	8	36	40	40	35
4	8	<b>Раздел 2. Основы статистической теории измерения.</b> 2.1 Критерии и правила оптимального измерения параметров. 2.2 Измерение дальности. 2.3 Измерение скорости. 2.4 Измерение угловых координат. 2.5 Обнаружение и измерение параметров широкополосных сигналов.	50	16	6	4	6	34	30	30	35
4	8	<b>Раздел 3. Распознавание радиолокационных целей.</b> 3.1 Общие сведения об адаптации устройств обработки сигналов. 3.2 Распознавание целей. 3.3 Особенности цифровой обработки РЛ сигналов. 3.4 Информационная эффективность систем ближней локации.	35	12	4	5	3	23	30	30	30
<b>Всего за 8 семестр</b>			144	51	17	17	17	93	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	17	17	17	93	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы статистической теории обнаружения.	Анализ критериев и правил оптимального обнаружения сигналов.	2
2		Анализ импульсной и частотной характеристик согласованного фильтра.	2
3		Анализ закономерностей обработки отдельных импульсов и пачек РЛ сигналов.	2
4		Расчет потерь обработки в типовом приемном устройстве. Построение рабочих характеристик.	2
5	Раздел 2. Основы статистической теории измерения.	Синтез измерителя параметров сигналов.	2
6		Анализ радиолокационных измерителей дальности и скорости.	2
7		Анализ радиолокационных измерителей угловых координат.	2
8	Раздел 3. Распознавание радиолокационных целей.	Анализ особенностей цифровой обработки РЛ сигналов.	1
9		Анализ классификационных признаков и принципов построения устройств распознавания целей.	2
Всего за 8 семестр			17

#### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы статистической теории обнаружения.	Исследование статистических характеристик шумов.	2
2		Исследование спектральных характеристик РЛ сигналов.	2
3		Исследование обработки одиночных импульсов.	2

4		Исследование обработки пачки импульсов.	2
5	Раздел 2. Основы статистической теории измерения.	Исследование показателей качества обнаружения.	2
6		Исследование тел неопределенности типовых радиолокационных сигналов.	2
7	Раздел 3. Распознавание радиолокационных целей.	Исследование устройств обработки широкополосных сигналов.	2
8		Исследование АЦП.	3
Всего за 8 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы статистической теории обнаружения.	Повторение лекционного материала.	10
2		Подготовка к практическим занятиям.	12
3		Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.	14
4	Раздел 2. Основы статистической теории измерения.	Повторение лекционного материала.	10
5		Подготовка к практическим занятиям.	12
6		Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.	12
7	Раздел 3. Распознавание радиолокационных целей.	Подготовка к практическим занятиям.	8
8		Повторение лекционного материала.	7
9		Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.	8
Всего за 8 семестр			93

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>8</b>		ЛР		ЛР	Тест	ДР		ЛР	Колл	ДР		ЛР	Тест		ЛР	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Тест – тест;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- тест;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Справочник по радиолокации. М.: Техносфера, 2015, 5 экз.
2. А. В. Соколов, Б. А. Лазуткин, В. А. Григорьев. . Объекты радиолокации. Обнаружение и распознавание. М.: Радиотехника, 2007, 12 экз.
3. В. В. Ахияров, С. И. Нефёдов, А. И. Николаев. . Радиолокационные системы. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 25 экз.
4. В. К. Хохлов. . Обнаружение, распознавание и пеленгация объектов в ближней локации. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005, 6 экз.
5. И. М. Коган. . Ближняя радиолокация. М.: Советское радио, 1973, 7 экз.
6. П. А. Бакулев. . Радиолокационные системы. М.: Радиотехника, 2007, 6 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Google Chrome;
2. 7-Zip;
3. NI Multisim - академическая версия;
4. PTC Mathcad Prime 5.0;
5. Microsoft Office;
6. DjVuReader.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Google Chrome;
4. Microsoft Office;
5. 7-Zip;
6. PTC Mathcad Prime 5.0;
7. NI Multisim - академическая версия;
8. DjVuReader.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Google Chrome;
4. 7-Zip;
5. NI Multisim - академическая версия;
6. PTC Mathcad Prime 5.0;
7. Microsoft Office.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ БЛИЖНЕЙ РАДИОЛОКАЦИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-18 способность демонстрировать знания способов передачи информации на взрыватели в процессе их боевого применения;

ОПК-6 способность использовать в инженерной деятельности методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации с использованием современных информационных технологий;

ОПК-8 способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими процессами и методами обработки сигналов в радиоэлектронных элементах боеприпасов и взрывателей при неконтактном взаимодействии с целью с использованием радиоволн. Студенты приобретают знания физических законов, принципов, методов и идей, на которых основано функционирование устройств и систем ближней локации, а также умения применять изученные законы, принципы и методы для анализа физических процессов, оценки потенциальных возможностей и работоспособности устройств ближней локации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- тест;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основы статистической теории обнаружения.</b>		
Повторение лекционного материала.	П. А. Бакулев. . Радиолокационные системы: М.: Радиотехника, 2007 (Главы 3-4)	10
Подготовка к практическим занятиям.	. Справочник по радиолокации: М.: Техносфера, 2015 (Выборочно по разделам)	12
Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.	И. М. Коган. . Ближняя радиолокация: М.: Советское радио, 1973 (Главы 1-2)	14
	В. К. Хохлов. . Обнаружение, распознавание и пеленгация объектов в ближней локации: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005 (Главы 1-4)	
Итого по разделу 1		36
<b>Раздел 2. Основы статистической теории измерения.</b>		
Повторение лекционного материала.	И. М. Коган. . Ближняя радиолокация: М.: Советское радио, 1973 (Главы 6-7)	10
Подготовка к практическим занятиям.	А. В. Соколов, Б. А. Лазуткин, В. А. Григорьев. . Объекты радиолокации. Обнаружение и распознавание: М.: Радиотехника, 2007 (Главы 1-2)	12
Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.	П. А. Бакулев. . Радиолокационные системы: М.: Радиотехника, 2007 (Главы 9-12)	12
	В. В. Ахияров, С. И. Нефёдов, А. И. Николаев. . Радиолокационные системы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (Выборочно по разделам)	
Итого по разделу 2		34
<b>Раздел 3. Распознавание радиолокационных целей.</b>		
Подготовка к практическим занятиям.	В. К. Хохлов. . Обнаружение, распознавание и пеленгация объектов в ближней локации: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005 (Главы 3-5)	8
Повторение лекционного материала.	И. М. Коган. . Ближняя радиолокация: М.: Советское радио, 1973 (Главы 10-11)	7
Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.	А. В. Соколов, Б. А. Лазуткин, В. А. Григорьев. . Объекты радиолокации. Обнаружение и распознавание: М.: Радиотехника, 2007 (Главы 2-4)	8
Итого по разделу 3		23

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- тест;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Коллоквиум

Проводится в виде письменной работы, содержащей ответы на три теоретических вопроса и решения двух задач; время подготовки ответов 1 академический час.

Критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;

показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;

шкала оценивания – выделено 4 уровня освоения компетенций:

- высокий, оценка "отлично", более 80% правильных ответов;
- достаточный, оценка "хорошо", 76-80% правильных ответов;
- пороговый, оценка "удовлетворительно", 60-75% правильных ответов;
- критический, оценка "неудовлетворительно", менее 60% правильных ответов.

Коллоквиум необходим для текущего контроля и формирования рейтинга студента к моменту экзамена. По результатам выполнения коллоквиума преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Вопросы к коллоквиуму:

1. Виды зондирующих импульсов.
2. Модели радиолокационных сигналов и помех.
3. Законы распределения вероятностей амплитуды отраженного сигнала.
4. Законы распределения вероятностей ЭПР целей.
5. Критерии оптимальности радиолокационного обнаружения.
6. Оптимальное обнаружение детерминированного сигнала.
7. Корреляционные обнаружители сигналов со случайными параметрами.
8. Фильтровой способ вычисления корреляционного интеграла.
9. Показатели качества обнаружения. Рабочие характеристики и кривые обнаружения.
10. Импульсный метод измерения дальности.
11. Частотный метод измерения дальности.
12. Фазовый метод измерения дальности до цели.

#### Тест

Тестирование содержит 10 вопросов; время подготовки ответов 20 минут..

Критерии оценивания – правильные ответы на поставленные вопросы;

показатель оценивания – процент верных ответов на вопросы;

шкала оценивания – выделено 4 уровня освоения компетенций:

- высокий, оценка "отлично", 9-10 правильных ответов;
- достаточный, оценка "хорошо", 7-8 правильных ответов;
- пороговый, оценка "удовлетворительно", 5-6 правильных ответов;

- критический, оценка "неудовлетворительно", менее 5 правильных ответов.

Тестирование необходимо для текущего контроля и формирования рейтинга студента к моменту экзамена. По результатам выполнения обучающимся теста преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Примерные вопросы тестовых заданий:

Какие физические явления лежат в основе измерения скорости движения цели.

Сущность фазового метода определения дальности.

Сущность частотного метода определения дальности.

Указать формулу для расчёта частоты Доплера в совмещённой РЛС.

Область пространства, в пределах которой РЛС может обнаружить цель в процессе обзора – это ...

Каким выражением определяется средняя мощность излучения?

Укажите формулу определения энергии импульса

Указать формулу для определения высоты полёта цели.

Указать выражения для минимальной дальности действия импульсной РЛС.

Максимальная однозначно определяемая дальность импульсной РЛС равна.

Какова точность измерения азимута методом вилки?

Какова дальность прямой видимости РЛС с учетом кривизны Земли?

Указать выражение для амплитудно-частотного спектра сигнала.

Указать выражение для определения средней квадратической ошибки измерения частоты.

В каком секторе возможно однозначное измерение пеленга.

### **Лабораторная работа**

На первом занятии для всей группы проводится инструктаж на рабочем месте по правилам соблюдения требований по техники безопасности и о порядке допуска к лабораторным работам. В книге учета первичного инструктажа каждый обучающийся расписывается по факту проведения инструктажа этого вида.

Обучающимся сообщается порядок допуска, выполнения и защиты лабораторных работ. При необходимости группа обучающихся разбивается на бригады по 2-3 человека. Допуском к выполнению ЛР является правильно заполненный бланк отчета. Правильность заполнения бланка отчета и допуск к выполнению работ осуществляет преподаватель.

Оценка качества выполнения лабораторной работы осуществляется преподавателем по четырёхбалльной системе. В случае, если ответы обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, обучающийся получает максимальное количество баллов.

Оцениваются умение применить полученные теоретические знания, соблюдение правил техники безопасности, своевременность выполнения лабораторных работ.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от "отлично" до "неудовлетворительно" являются:

- небрежное выполнение,
- поверхностные, непродуманные ответы выводы по результатам работы,
- неверные ответы на вопросы преподавателя.

Контрольное мероприятие считается пройденным при отсутствии у обучающегося отметок "неудовлетворительно" за лабораторные работы.

### **Вопросы к экзамену**

1. Информация и способы её представления.
2. Анализ условий функционирования РЭС обработки информации.
3. Преобразование сигналов.
4. Каналы, тракты и системы обработки информации.
5. Анализ структуры РЭС обработки информации.
6. Модели радиолокационных сигналов и помех.
7. Законы распределения вероятностей амплитуды отраженного сигнала.
8. Законы распределения вероятностей ЭПР целей.
9. Критерии оптимальности радиолокационного обнаружения.
10. Обнаружение сигналов с известными параметрами.
11. Оптимальное обнаружение детерминированного сигнала.
12. Корреляционные обнаружители сигналов со случайными параметрами.
13. Показатели качества обнаружения. Рабочие характеристики и кривые обнаружения.

14. Фильтровой способ вычисления корреляционного интеграла.
15. Точность определения пеленга амплитудными и фазовыми методами.
16. Импульсный метод измерения дальности. Виды зондирующих импульсов.
17. Частотный метод измерения дальности.
18. Фазовый метод измерения дальности до цели.
19. Двухчастотная РЛС с фазовым методом измерения дальности.
20. Основные тактические характеристики РЛС.
21. Основные технические характеристики РЛС.
22. Дальность действия РЛС. Основное уравнение радиолокации.
23. Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) радиолокационных целей.
24. Эффективная площадь рассеяния простейших радиолокационных объектов.
25. Диаграммы вторичного излучения целей (ДР, ДОР, ДДР).
26. Зона обнаружения РЛС, параметры зоны обнаружения.
27. Влияние атмосферы (среды) на дальность обнаружения целей.
28. Влияние земной поверхности на дальность обнаружения целей.

### **Экзамен**

Экзамен является формой итогового контроля знаний обучающегося и проводится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Билеты для проведения экзамена содержат два теоретических вопроса и задачу. При необходимости проводится собеседование по материалу дисциплины с решением типовых задач.

Оценка за ответ по билету выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами решения задач;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических задач;

«неудовлетворительно» - незнание материала, ошибки при ответе на теоретические вопросы, неверное решение практических задач.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-18	ОПК-6	ОПК-8	
4	8	Раздел 1. Основы статистической теории обнаружения.	59	23	7	8	8	36	40	40	35	Лабораторная работа, Тест, Коллоквиум
4	8	Раздел 2. Основы статистической теории измерения.	50	16	6	4	6	34	30	30	35	Лабораторная работа, Коллоквиум, Тест
4	8	Раздел 3. Распознавание радиолокационных целей.	35	12	4	5	3	23	30	30	30	Лабораторная работа, Тест, Вопросы к экзамену
Всего за 8 семестр			144	51	17	17	17	93	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	17	17	93	100	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-18

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Изменение напряжения, тока или параметров ЭМВ, ограниченные во времени называются
- № 2 Отношение сигнал/шум по мощности на входе приёмника, при котором обеспечивается обнаружение сигнала с заданными показателями качества – это
- № 3 Показатели качества обнаружения – это
- № 4 Достаточная статистика – это
- № 5 Отношение правдоподобия – это
- № 6 В математической модели сигнала

$$U(t) = U(t) \cos(2\pi f_0 t + \psi(t) + \varphi_0)$$

$\varphi_0$  – это

- № 7 В математической модели сигнала

$$U(t) = U(t) \cos(2\pi f_0 t + \psi(t) + \varphi_0)$$

$U(t)$  – это

- № 8 В математической модели сигнала

$$U(t) = U(t) \cos(2\pi f_0 t + \psi(t) + \varphi_0)$$

$f_0$  – это

- № 9 В математической модели сигнала

$$U(t) = U(t) \cos(2\pi f_0 t + \psi(t) + \varphi_0)$$

аргумент косинуса – это

- № 10 Корреляция случайных величин - это

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 По приведённой схеме



определить тип обнаружителя РЛ сигналов

Варианты ответов:

- 1) Фильтровой обнаружитель детерминированного одиночного импульса
  - 2) Корреляционный обнаружитель детерминированного одиночного импульса
  - 3) Фильтровой обнаружитель детерминированной пачки импульсов
  - 4) Корреляционный обнаружитель детерминированной пачки импульсов
- № 2 Приведённая формула

$$\gamma = \frac{q^2}{2}$$

позволяет определить

Варианты ответов:



- № 3
- 1) коэффициент различимости
  - 2) параметр обнаружения
  - 3) требуемую чувствительность приёмника
  - 4) спектральную плотность мощности шумов
- Приведённая формула

$$P_{\text{пр}} = \gamma P_{\text{ш}}$$

позволяет определить

Варианты ответов:

- 1) коэффициент различимости
  - 2) параметр обнаружения
  - 3) требуемую чувствительность приёмника
  - 4) спектральную плотность мощности шумов
- № 4
- Приведённая формула

$$q^2 = \frac{2\mathfrak{E}}{N_0}$$

позволяет определить

Варианты ответов:

- 1) коэффициент различимости
  - 2) параметр обнаружения
  - 3) требуемую чувствительность приёмника
  - 4) спектральную плотность мощности шумов
- № 5
- Приведённая формула

$$N_0 = kT^0\text{Ш}$$

позволяет определить

Варианты ответов:

- 1) коэффициент различимости
  - 2) параметр обнаружения
  - 3) требуемую чувствительность приёмника
  - 4) спектральную плотность мощности шумов
- № 6
- Согласованный приёмник обрабатывает прямоугольные немодулированные РИ длительностью 1мкс. Для обеспечения заданных показателей качества обнаружения требуется  $q = 5$ . Каково при этом отношение сигнал/шум по мощности на выходе ?

Варианты ответов:

- 1) 2
- 2) 5

- 3) 10
- 4) 25
- № 7 Согласованный приёмник обрабатывает прямоугольные немодулированные РИ длительностью 1мкс. Для обеспечения заданных показателей качества обнаружения требуется  $q = 5$ . Каково при этом будет отношение сигнал/шум по напряжению на выходе?
- Варианты ответов:
- 1) 2
- 2) 5
- 3) 10
- 4) 25
- № 8 Обрабатывается пачка из пяти прямоугольных радиоимпульсов, длительностью 3мкс, параметр обнаружения одного имп.  $q_1 = 10$ , Определить среднюю квадратическую ошибку измерения дальности по одному импульсу
- Варианты ответов:
- 1) 30 м
- 2) 63 м
- 3) 90 м
- 4) 123 м
- № 9 Определить требуемое отношение С/Ш по напряжению на выходе для достижения точности измерения азимута  $\sigma\theta = 0,5$  градуса при ширине ДНА по половинной мощности 4 градуса.
- Варианты ответов:
- 1) 3,2
- 2) 4,5
- 3) 6,8
- 4) 10
- № 10 Известно:  $\lambda = 0,3$  м,  $t_{\text{и}} = 3$  мкс,  $F_{\text{п}} = 1000$  Гц, количество импульсов в пачке  $M = 6$ , параметр обнаружения одного импульса  $q_1 = 10$ , горизонтальные размеры антенны  $\ell_A = 5$  м. Какова длительность пачки?
- Варианты ответов:
- 1) 2 мс
- 2) 3 мс
- 3) 5 мс
- 4) 10 мс

#### ОПК-6

##### Вопросы открытого типа:

- № 1 Процесс принятия решения о наличии цели называется
- № 2 Оценка координат и параметров движения цели называется
- № 3 Получение информации о государственной принадлежности цели – это
- № 4 Процесс определения класса цели называется
- № 5 Наименьший угол в горизонтальной плоскости между двумя равноудаленными целями, при котором они наблюдаются раздельно называется разрешающей

- способностью по
- № 6 Наименьший угол в вертикальной плоскости между двумя равноудаленными целями, при котором они наблюдаются раздельно называется разрешающей способностью по
- № 7 Наименьшее расстояние между двумя целями, находящимися в одном направлении, при котором они наблюдаются раздельно называется разрешающей способностью по
- № 8 Сигнал, представляющий собой изменения напряжения или тока, ограниченные во времени – это
- № 9 Сигнал, фаза которого меняется скачком по заданному закону – это
- № 10 Сигнал, частота которого непрерывно меняется по заданному закону – это
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Скорость обзора пространства РЛС  $n = 6$  об/мин, частота повторения импульсов  $F_{\text{п}} = 720$  Гц, ширина ДНА РЛС 2 градуса. Число импульсов в пачке равно \_\_\_\_

Варианты ответов:

- 1) 10
  - 2) 20
  - 3) 30
  - 4) 40
- № 2 Известно: скорость цели  $u_{\text{ц}} = 1080$  км/ч, ракурс  $\theta_{\text{ц}} = 60$  градусов, несущая частота РЛС  $f_0 = 3$  ГГц.

Частота Доплера цели равна \_\_\_\_ кГц

Варианты ответов:

- 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 3
  - 4) 4
- № 3 Известно: несущая частота РЛС  $f_0 = 3$  ГГц, частота Доплера цели равна 3 кГц. Какова радиальная скорость цели в км/ч?

Варианты ответов:

- 1) 320
  - 2) 540
  - 3) 660
  - 4) 880
- № 4 Антенна РЛС имеет вертикальный размер 1 м, а горизонтальный - 2 м, длина волны  $\lambda = 0,1$  м. Разрешающая способность (ширина ДНА) РЛС по азимуту (в горизонтальной плоскости) равна \_\_\_\_ градуса

Варианты ответов:

- 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 3
  - 4) 4
- № 5 Скорость обзора пространства РЛС  $n = 6$  об/мин, частота повторения импульсов  $F_{\text{п}}$

= 720 Гц, ширина ДНА РЛС 2 градуса. Определить время облучения цели.

Варианты ответов:

- 1) 0,4 с,
- 2) 0,27 с,
- 3) 0,054 с,
- 4) 0,0087 с

№ 6 Для импульсной совмещённой РЛС с частотой повторения импульсов  $F_p$  выражение

$$R = \frac{c \cdot T_{\Pi}}{2}$$

определяет

Варианты ответов:

- 1) минимальную дальность обнаружения,
- 2) максимальную однозначно определяемую дальность,
- 3) разрешающую способность по дальности,
- 4) дальность принятия решения.

№ 7 База фазового пеленгатора равна  $\lambda/2$ . Фазометр обеспечивает однозначное определение разности фаз в диапазоне  $\Delta\varphi = \pm\pi/2$ .

В каком секторе (в градусах) возможно однозначное измерение пеленга.

Варианты ответов:

- 1)  $\pm 30$
- 2)  $\pm 50$
- 3)  $\pm 70$
- 4)  $\pm 90$

№ 8 РЛС с частотным измерением дальности определила  $\Delta F_{\text{ц}} = 5$  МГц. Время излучения  $T_{\text{изл}} = 1$  мс, диапазон перестройки  $\Delta f = 30$  МГц. Дальность до цели равна

Варианты ответов:

- 1) 10 км
- 2) 15 км
- 3) 25 км
- 4) 50 км

№ 9 В РЛС используется двухчастотный фазовый метод определения дальности.  $f_1 = 300$  МГц,  $f_2 = 300,5$  МГц. Определить максимальную однозначно определяемую дальность

Варианты ответов:

- 1) 150 м,
- 2) 300 м,

- 3) 600 м,  
4) 1200 м.  
№ 10 Основной системой координат, используемой в радиолокации, является:

Варианты ответов:

- 1) Цилиндрическая,  
2) Сферическая,  
3) Геоцентрическая,  
4) Декартова (прямоугольная).

#### ОПК-8

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 ЭМ волна, излучённая антенной РЛС в пространство – это  
№ 2 ЭМ волна, отражённая от объектов, не являющихся целью – это  
№ 3 Зависимость амплитуды сигнала на выходе приёмника от угла поворота антенны – это  
№ 4 Зависимость мощности отражённого целью сигнала от ракурса цели для совмещённой РЛС – это  
№ 5 Зависимость мощности отражённого целью сигнала от двухпозиционного угла при фиксированном положении цели относительно передающей антенны – это  
№ 6 Графическое трёхмерное представление время-частотной функции рассогласования это  
№ 7 Вертикальное сечение тела неопределённости при отсутствии рассогласования по частоте вдоль оси времени  $\rho(\tau, 0)$  представляет собой  
№ 8 Вертикальное сечение тела неопределённости при отсутствии рассогласования по времени вдоль оси частот  $\rho(0, F)$  представляет собой  
№ 9 Какому закону подчиняется распределение вероятностей амплитуды сигнала на входе  
№ 10 Какому закону подчиняется распределение вероятностей фазы сигнала на входе

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Принимаемый сигнал – прямоугольные немодулированные радиоимпульсы.  $t_{\text{и}} = 1 \text{ мкс}$ ,  $U_{\text{и}} = 1 \text{ мкВ}$ ,  $F_{\text{п}} = 1000 \text{ Гц}$ ,  $\text{Ш} = 5$ .

Определить энергию одного импульса.

Варианты ответов:

- 1)  $0,5 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$   
2)  $10^{-16} \text{ Дж}$   
3)  $2 \cdot 10^{-14} \text{ Дж}$   
4)  $0,5 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}$   
№ 2 Принимаемый сигнал – прямоугольные немодулированные радиоимпульсы.  $t_{\text{и}} = 1 \text{ мкс}$ ,  $U_{\text{и}} = 1 \text{ мкВ}$ ,  $F_{\text{п}} = 1000 \text{ Гц}$ ,  $\text{Ш} = 5$ .

Определить импульсную мощность.

Варианты ответов:

- 1)  $0,5 \cdot 10^{-18} \text{ Вт}$   
2)  $10^{-16} \text{ Вт}$   
3)  $2 \cdot 10^{-14} \text{ Вт}$   
4)  $0,5 \cdot 10^{-12} \text{ Вт}$   
№ 3 Принимаемый сигнал – прямоугольные немодулированные радиоимпульсы.  $t_{\text{и}} =$

1мкс,  $U_m = 1\text{мкВ}$ ,  $F_{\text{п}} = 1000\text{Гц}$ ,  $\text{Ш} = 5$ .

Определить эквивалентную мощность шумов на входе согласованного приёмника.

Варианты ответов:

- 1)  $0,5 \cdot 10^{-18} \text{ Вт}$
- 2)  $10^{-16} \text{ Вт}$
- 3)  $2 \cdot 10^{-14} \text{ Вт}$
- 4)  $0,5 \cdot 10^{-12} \text{ Вт}$

№ 4

Принимаемый сигнал – прямоугольные немодулированные радиоимпульсы.  $t_{\text{и}} = 1\text{мкс}$ ,  $U_m = 1\text{мкВ}$ ,  $F_{\text{п}} = 1000\text{Гц}$ ,  $\text{Ш} = 5$ .

Определить отношение сигнал/шум по мощности на входе.

Варианты ответов:

- 1) 1,57
- 2) 3,14
- 3) 7,07
- 4) 25

№ 5

Принимаемый сигнал – прямоугольные немодулированные радиоимпульсы.  $t_{\text{и}} = 1\text{мкс}$ ,  $U_m = 1\text{мкВ}$ ,  $F_{\text{п}} = 1000\text{Гц}$ ,  $\text{Ш} = 5$ .

Определить отношение сигнал/шум по напряжению на входе.

Варианты ответов:

- 1) 1,57
- 2) 3,14
- 3) 7,07
- 4) 25

№ 6

Принимаемый сигнал – прямоугольные немодулированные радиоимпульсы.  $t_{\text{и}} = 1\text{мкс}$ ,  $U_m = 1\text{мкВ}$ ,  $F_{\text{п}} = 1000\text{Гц}$ ,  $\text{Ш} = 5$ .

Определить параметр обнаружения  $q$ .

Варианты ответов:

- 1) 1,57
- 2) 3,14
- 3) 7,07
- 4) 25

№ 7

Приведённое выражение

$$\dot{U}_m = U_m e^{j\varphi_0}$$

является записью

Варианты ответов:

- 1) радиоимпульса

- 2) амплитудно-модулированного гармонического колебания
- 3) немодулированного гармонического колебания
- 4) комплексной амплитуды

№ 8

Приведённое выражение

$$D_{\text{ц}} = \sqrt[4]{\frac{P_{\text{изл}} G_A \sigma_{\text{ц}} A_{\text{ПЭ}}}{(4\pi)^2 \cdot P_{\text{ПР}}} f(\beta, \varepsilon)}$$

позволяет рассчитать дальность обнаружения совмещённой РЛС

Варианты ответов:

- 1) с учётом затухания ЭМВ в атмосфере
- 2) с учётом влияния отражений от земли
- 3) с учётом влияния кривизны земли
- 4) в свободном пространстве

№ 9

Приведённое выражение

$$R = \frac{c}{2} \frac{T_{\text{изл}}}{\Delta f_{\text{изл}}} \frac{\Delta F_1 + \Delta F_2}{2}$$

позволяет рассчитать дальность обнаружения

Варианты ответов:

- 1) импульсным методом,
- 2) фазовым методом,
- 3) фазовым двухчастотным методом,
- 4) частотным методом,
- 5) частотным методом с симметричным пилообразным изменением частоты

№ 10

Приведённое выражение

$$R = \frac{c}{4\pi \cdot F_{\text{рагл}}} \Delta \varphi_{\text{ц}}$$

позволяет рассчитать дальность обнаружения

Варианты ответов:

- 1) импульсным методом,
- 2) фазовым методом,
- 3) фазовым двухчастотным методом,
- 4) частотным методом,
- 5) частотным методом с симметричным пилообразным изменением частоты