

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

Кафедра «Радиоуправления и связи»

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

по дисциплине

**«Комплексирование РТС управления с другими информационными датчиками»**

Специальность 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»  
Специализация 1 – «Радиосистемы и комплексы управления»

Квалификация выпускника – специалист

Форма обучения – очная

Рязань 2023 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретённых обучающимися на практических занятиях и лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных работ по каждому модулю определено графиком, утвержденным заведующим кафедрой.

На практических занятиях допускается использование либо системы «зачтено – не зачтено», либо рейтинговой системы оценки, при которой, например, правильно решенная задача оценивается определенным количеством баллов. При поэтапном выполнении учебного плана баллы суммируются. Положительным итогом выполнения программы является определенное количество набранных баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена. Форма проведения экзамена – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки и т.п.

### ***Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине***

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	<i>1-й модуль Радиоуправление подвижными объектами</i>	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Теоретический зачет
1.1	Постановка задачи. Общие сведения о радиоуправляемых объектах	ОПК-6 ОПК-9	Теоретический зачет
1.2	Способы радиоуправления	ОПК-6 ОПК-9	Теоретический зачет
1.3	Особенности систем радиоуправления как	ОПК-6	Теоретический

	замкнутых следящих системах	ОПК-6 ОПК-9	зачет
1.3	<i>2-й модуль Радиотеленаведение.</i>	ОПК-6 ОПК-9	Экзамен
2	Система наведения по радиолучу	ОПК-6 ОПК-9	Экзамен
2.1	Системы наведения в плоскости	ОПК-6 ОПК-9	Экзамен
3.1	<i>3-й модуль Самонаведение.</i>	ОПК-6 ОПК-9	Экзамен
3.2	Постановка задачи. Виды систем самонаведения	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
3.3	Функциональные и структурные схемы головок самонаведения	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
3.4	Визеры цели в головках самонаведения	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
3.5	Моноимпульсные визеры	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
	<i>4-й модуль Автономное радиуправление.</i>	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
4.1	Постановка задачи. Области применения.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
4.2.	Измерительные устройства систем автономного радиуправления	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
	<i>5-й модуль Командное радиуправление.</i>	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
5.1	Постановка задачи. Системы командного радиуправления	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
5.2	Основные сведения о командных радиоперелиниях	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
5.3	Аналоговые командные радиоперелинии	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
	<i>6-й модуль Цифровые командные радиоперелинии.</i>	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
6.1	Постановка задачи. Обобщенная структурная схема цифровой командной радиоперелинии	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
6.2	Структура группового сигнала. Общие требования к системам синхронизации.	ОПК-6 ОПК-9	Экзамен

		ПК-4	
6.3	Оптимальные решающие устройства	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
6.4	Синхронизация в цифровых командных радиоперелиниях	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен
6.5	Сложные сигналы в цифровых командных радиоперелиниях	ОПК-6 ОПК-9 ПК-4	Экзамен

#### Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1) Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2) Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
- 3) Качество ответа на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, логичность.
- 4) Содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям.
- 5) Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме балльной отметки:

**«Отлично»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

**«Хорошо»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

**«Удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**«Неудовлетворительно»** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением

примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на семинарских занятиях.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у студента нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

### *Типовые контрольные задания или иные материалы*

## **МОДУЛЬ 1**

### **Вопросы к зачету**

1. Цели и задачи радиоуправления
2. Обобщенная схема радиоуправления
3. Обобщенные координаты цели
4. Визирование целей и управляемых объектов
5. Способы радиоуправления
6. Виды траекторий. Требование к траекториям.
7. Понятие промаха
8. Методы наведения
9. Наведение методом кривой погони
10. Построение кинематической траектории при наведении методом кривой погони
11. Прямой метод наведения
12. Метод наведения с упреждением
13. Наведение методом параллельного сближения
14. Построение кинематической траектории при наведении методом параллельного сближения
15. Метод совмещения
16. Построение кинематической траектории при наведении методом совмещения
17. Автопилот
18. Датчики
19. Понятие замкнутого контура управления
18. Структурная схема, описывающая движение крестокрылого снаряда в горизонтальной плоскости
19. Контур стабилизации крена
20. Контур стабилизации курса
21. Частотные характеристики звена автопилот-снаряд
22. Структурная схема звена автопилот-снаряд
23. Основные методы анализа контуров управления
24. Особенности систем РУ как замкнутых следящих систем

**Ответ на 4 вопрос.** Устройства, обеспечивающие измерение параметров движения и положение целей и снарядов, называются визирами цели и снаряда. В частных случаях может отсутствовать либо визир цели, либо визир снаряда.

Для визирования целей и управляемых снарядов практически используется электромагнитная энергия, отражаемая целью. Визирующие устройства могут быть активными, полуактивными, пассивными. При активном визировании само визирующее устройство

является излучателем электромагнитной энергии. При полуактивном визировании цель облучается специальным передатчиком (передатчиком подсвет цели), а полуактивный визир улавливает отраженную от цели энергию. При пассивном визировании используется энергия, излучаемая целью или снарядом. Эта энергия может генерироваться радиоустройствами, расположенными на борту летательного аппарата. Также при пассивном визировании может использоваться тепловое излучение цели.

Визеры, предназначенные для определения координат своих летательных аппаратов, обычно используют устанавливаемые на борту ответчики (или ретрансляторы) и радиомаяки. Применение маяков и ответчиков существенно повышает точность определения координат. Визирные устройства разделяются на следующие группы.

1. Радиовизеры, работающие в мм, см, дм и коротковолновой части метрового диапазона радиоволн. Использование указанных диапазонов связано со стремлением повысить точность определения координат целей и управляемых объектов. На более длинных волнах возникают отражения от ионосферы, что затрудняет измерение координат. Однако использование более длинных волн позволяет реализовать загоризонтную радиолокацию. Радиотехнические визеры обычно измеряют координаты летательных аппаратов в сферической системе координат.
2. Инфракрасные визеры, используют энергию естественного излучения нагретых тел. Для таких визиров характерен широкополосный сигнал шумоподобной формы. Тепловые визеры имеют относительно небольшие размеры, их отличает хорошая разрешающая способность по углу. Инфракрасные визеры – пассивные. Их недостатки – зависимость от состояния атмосферы, относительно небольшая дальность.
3. Активные оптические (лазерные) визеры. Отличаются высокой точностью, которая существенно возрастает, если на облучаемом объекте установлен рефлектор соответствующего диапазона. Недостатки – такие же, как и у тепловых визиров.
4. Телевизионные визеры. Их достоинство – возможность по оптическому изображению осуществлять смысловую селекцию цели.

Визеры можно разделить на визеры, работающие в режиме поиска и сопровождения. Иногда, после обнаружения цели, визир может переходить из режима поиска в режим сопровождения.

Радиовизеры подразделяются по виду излучаемой энергии (импульсные или непрерывные), по виду модуляции несущего и поднесущих колебаний.

## **МОДУЛЬ 2**

### **Вопросы к экзамену**

1. Принцип действия системы управления в радиолуче
2. Функциональная схема передающей части
3. Функциональная схема бортовой аппаратуры
4. Преобразование координат в бортовой аппаратуре
5. Ошибки управления системы управления в радиолуче
6. Система управления в радиозоне. Сигналы и их спектры на входе бортового приемника
7. Функциональная схема бортового приемника
8. Система управления в плоскости равных запаздываний
9. Временные диаграммы в характерных точках бортового приемника

**Ответ на 5 вопрос.** Одна из основных составляющих ошибки управления связана с неточным наведением радиолуча на цель. Причиной этого могут быть ошибки радиовизиров, дающие информацию о цели, ошибки в счетно-решающем приборе,

ошибки следящего привода, управляющего направлением радиолуча.

Наибольший вес имеют ошибки радиовизиров цели. Они проявляются в виде случайных флюктуаций, которые складываются со снимаемыми с визира приборными аналогами координат цели. Подобные флюктуации возникают, например, в результате случайных изменений амплитуды радиолокационных сигналов, отраженных от цели, а также внутренних шумов радиоприемных устройств. Спектр флюктуаций лежит в области низких частот и по форме практически повторяет частотную характеристику следящей системы радиовизира. Из выражения для среднеквадратичной величины ошибки управления следует, что контур управления сглаживает относительно быстрые колебания радиолуча, причем тем сильнее, чем уже его эффективная полоса. Предел уменьшения полосы контура ставит возрастание динамической ошибки, возникающей из-за движения цели.

Другой составляющей ошибки управления является ошибка из-за воздействия помех на радиозвено управления. Характерными являются следующие виды помех.

- 1 Случайные флюктуации амплитуды принимаемых бортовым приемником импульсов, возникающих при прохождении радиоволн через струю газов работающего реактивного двигателя. Часто спектра этих флюктуаций, близкая к частоте сканирования радиолуча, проходит на вход приемника и вызывает соответствующие флюктуации отраженного сигнала.
- 2 Собственные шумы бортового приемника.
- 3 Организованные помехи.

Из фильтров, входящих в приемное устройство, может вносить ошибки и полосовой фильтр сигнала ошибки. Этот фильтр настраивается на частоту сканирования. Полоса пропускания этого фильтра должна быть достаточно узкой, чтобы эффективно фильтровать сигнал ошибки, не допуская перегрузки фазового детектора из-за помех. Сужение полосы ограничивается достижимой стабильностью настройки фильтра. Растройка опасна не только тем, что уменьшается коэффициент передачи канала сигнала ошибки. Главная опасность состоит в том, что появляется дополнительный фазовый сдвиг. Этот фазовый сдвиг в канале сигнала ошибки приводит к появлению перекрестных связей между каналами курса и тангажа. Перекрестные связи изменяют процесс регулирования, то есть каналы курса и тангажа перестают работать независимо.

#### **Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля**

№ работы	Название лабораторной работы и вопросы для контроля	шифр
1	<p style="text-align: center;">Система управления в радиолуче</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип действия системы управления в радиолуче</li> <li>2. Контр управления по курсу и тангажу</li> <li>3. Что понимается под эффективной полосой пропускания контура</li> <li>4. Почему эффективную полосу пропускания контура необходимо оптимизировать</li> <li>5. Как влияют параметры фильтра сигнала ошибки на работу системы наведения</li> <li>6. Как выбираются основные параметры системы наведения</li> <li>7. Влияние шума на работу системы наведения</li> <li>8. На какую частоту настроен фильтр сигнала ошибки</li> <li>9. Воздействие сигнала и шума на фазовые детекторы</li> <li>10. Как выбирается частоты сканирования диаграммы направленности антенны</li> </ol>	4805
2	<p style="text-align: center;">Система управления в радиозоне</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип действия системы управления в радиозоне</li> <li>2. Структурная схема аппаратуры пункта управления</li> <li>3. Структурная схема пункта управления летательного аппарата</li> </ol>	4905

	при информационном параметре $m_a$ 4. Структурная схема пункта управления летательного аппарата при информационном параметре $m_p$ 5. Структура линейризованного замкнутого контура и передаточные функции его звеньев 6. Что такое эквивалентная полоса пропускания контура управления 7. Как оценить влияние шума на точность кправления 8. Почему из-за шумов возникает систематическая погрешность управления	
--	--	--

### План практических занятий

1. Структура замкнутого контура управления системы управления в радиолуче
2. Влияние шума та точность системы управления в радиолуче

### МОДУЛЬ 3

#### Вопросы к экзамену

1. Виды самонаведения
2. Минимально-необходимая дальность самонаведения
3. Виды головок самонаведения
4. Головка самонаведения с автоследящей антенной
5. Полуактивный радиовизир с импульсным излучением
6. Полуактивный радиовизир с непрерывным излучением
7. Области применения радиовизиров с импульсным и непрерывном излучением
8. Амплитудные и угловые шумы
9. Амплитудный моноимпульсный радиовизир
10. Фазовый моноимпульсный радиовизир
11. Излучение внешней среды и точечной цели
12. Обобщенная структурная схема тепловой головки самонаведения
13. Пространственная фильтрация
14. Структурная схема тепловой головки самонаведения

**Ответ на 2 вопрос.** Как правило, начальная ошибка прицеливается оказывается настолько большой, что для ее отработки снаряд осуществляет максимально – возможное ускорение и движется по дуге окружности с минимально – возможным радиусом кривизны  $\rho_{мин}$ . Контур управления при этом работает в нелинейном режиме. После уменьшения ошибки до определенной величины Контур самонаведения начинает работать в линейном режиме. При этом продолжается отработка начальной ошибки, но не с максимально возможным ускорением, а с ускорением, которое определяется динамическими процессами в линейном контуре самонаведения.

Под минимальной необходимой дальностью самонаведения понимается та дальность  $r_{ц\ мин}$ , которая необходима для уменьшения начальной ошибки самонаведения до допустимой величины.

Минимальная дальность определяется двумя слагаемыми:  $r_{ц\ мин} = r_1 + r_2$ , где  $r_1$  - дальность, необходимая для отработки начальной ошибки до величины, обеспечивающей работу контура в линейном режиме,  $r_2$  - дальность полета в линейном режиме контура, необходимая для сведения начальной ошибки в линейном режиме.

### План практических занятий

1. Головка самонаведения с силовым приводом
2. Головка самонаведения с измерительным приводом
3. Варианты построения амплитудных моноимпульсных радиовизиов.
4. Суммарно-разностная обработка
5. Варианты построения фазовых моноимпульсных радиовизиров

## МОДУЛЬ 4

### Вопросы к экзамену

1. Электрические и диэлектрические свойства подстилающей поверхности
2. Доплеровский измеритель скорости и сноса
3. Корреляционный измеритель скорости
4. Измерение высоты полета

### План практических занятий

1. Принцип действия частотно-модулированного измерителя расстояния
2. Спектральные алгоритмы измерения частоты сигнала биений
3. Фильтрация мешающих отражений
4. Следящий измеритель частоты сигнала биений

## МОДУЛЬ 5

### Вопросы к экзамену

1. Обобщенная функциональная схема командного радиоуправления
2. Виды команд и командных радиолиний
3. Сигналы в аналоговых командных радиолиниях
4. Радиолиния ШИМ-ЧМ-АМ
5. Радиолиния ВИМ-ИВК-АМ

### План практических занятий

1. Сравнительный анализ сигналов, используемых в аналоговых командных радиолиниях, на основе сигнальных функций
2. Влияние шумовой помехи на точность передачи команд

## МОДУЛЬ 6

### Вопросы к экзамену

1. Обобщенная схема цифровой командной радиолинии
2. Сигналы в цифровых радиолиниях (КИМ-АМ, КИМ-ФМ, КИМ-ЧМ-ФМ, КИМ-ЧИМ-ФМ, КИМ-АМ-ФМ, КИМ-ФМ-ФМ)
3. Спектры сигналов со сложными видами модуляции (КИМ-АМ, КИМ-ФМ, КИМ-ЧМ-ФМ, КИМ-ЧИМ-ФМ, КИМ-АМ-ФМ, КИМ-ФМ-ФМ)
4. Относительная фазовая модуляция в цифровых командных радиолиниях
5. Демодуляция сигналов с относительной фазовой модуляцией
6. Структура группового сигнала. Общие требования к системам синхронизации
7. Постановка задачи оптимизации решающего устройства. Критерии оптимальности
8. Понятие функции правдоподобия
9. Синтез оптимального решающего устройства при приеме бинарных сигналов на фоне белого нормального шума
10. Системы посимвольной синхронизации. Варианты выполнения
11. Схема быстрого корреляционного анализа.
12. Аналоговая схема кадровой синхронизации
13. Синхронизация по высокой частоте
14. Основные свойства сложных сигналов. М-последовательности
15. Асинхронно-адресные системы. Примеры выполнения
16. Прием сложных сигналов в целом и по частям
17. Системы автоподстройки времени
18. Квазикогерентный приемник сложных сигналов

### Перечень лабораторных работ и вопросов для контроля

№ работы	Название лабораторной работы и вопросы для контроля	шифр
3	Система передачи цифровой информации КИМ-ОФМ-ФМ 1. Спектры сигналов с многоступенчатыми видами модуляции. 2. Возможности построения совмещенных радиолиний 3. Формирование опорного напряжения для синхронного	4475

	<p>детектирования. Обратная работа фазового детектора</p> <p>4. Когерентный и некогерентный методы приема сигналов с ОФМ</p> <p>5. Работа системы синхронизации радиолинии КИМ-ОФМ-ФМ</p> <p>6. Техническая реализация некогерентного метода приема сигналов с ОФМ</p> <p>7. Работа передающей и приемной частей радиолинии</p> <p>8. Назначение пословной, покадровой и посимвольной синхронизаций</p> <p>9. Сравнение инерционной и безинерционной систем синхронизации</p> <p>10. Свойства кодов БАРКЕРА</p> <p>11. Требование к работе системы синхронизации</p>	
4	<p>Командная радиолиния КИМ-ЧИМ-ФМ</p> <p>1. Сравните спектры сигналов КИМ-ЧИМ-ФМ и КИМ-ЧМ-АМ</p> <p>2. Формирование сигнала КИМ-ЧИМ-ФМ</p> <p>3. Работа передающей части радиолинии</p> <p>4. Работа приемной части радиолинии</p> <p>5. Как организована пословная синхронизация в радиолинии</p> <p>6. Как организована покадровая синхронизация в радиолинии</p> <p>7. Работа системы синхронизации передатчика</p> <p>8. Как организована посимвольная синхронизация в приемнике</p> <p>9. Свойства М-последовательностей</p> <p>10. Формирование М-последовательностей</p> <p>11. Сравнение инерционной и безинерционной систем синхронизации</p> <p>12. Объясните временные диаграммы, снятые с экрана монитора</p> <p>13. Объясните преобразование спектров сигналов в радиолинии</p> <p>14. Как определяется вероятность ошибочного приема. Как ее рассчитать</p> <p>15. Сравните пропускную способность радиолиний КИМ-ЧИМ-ФМ и КИМ-ФМ</p>	4676

#### План практических занятий

1. Постановка задачи минимизации вероятности ошибочного приема бинарных сигналов
2. Понятие апостериорной вероятности
3. Понятие функции правдоподобия
4. Функция правдоподобия для сигнала с неизвестным параметром, принимаемого на фоне белого нормального шума.
5. Вычисление вероятностей ошибочного приема бинарных сигналов
6. Использование сложных сигналов в системах синхронизации
- 7.

Составил  
профессор кафедры РУС  
д.т.н., профессор

В.С. Паршин