

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

**Наименование образовательной программы: Радиоэлектронные системы и комплексы**

**Уровень образования: высшее образование - специалитет**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Основы теории радионавигационных систем и комплексов**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Силаева Е.В.
Идентификатор	R6dcd8849-SilayevaYV-70915102	

(подпись)

Е.В. Силаева

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякова А.Ю.
Идентификатор	R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7	

(подпись)

А.Ю.

Сизякова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Куликов Р.С.
Идентификатор	R7ef0b374-KulikovRS-e851162c	

(подпись)

Р.С. Куликов

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы подсистем радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе с использованием математического моделирования алгоритмов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов

ИД-1 Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

2. ПК-2 Способен выполнять компьютерное (имитационное) моделирование подсистем радиоэлектронных систем и комплексов и процессов для анализа параметров процессов и подсистем

ИД-4 Умеет выполнять анализ и оптимизацию характеристик радиосигналов и параметров подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Решение задачи "Потенциальная точность оценки радионавигационных параметров" (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Устный опрос по теме: общие сведения о навигации и радионавигации, методы определения текущего местоположения объекта; физические принципы определения навигационных параметров в радионавигации (Коллоквиум)

2. Устный опрос по теме: потенциальная точность оценки радионавигационных параметров; общие сведения об оптимальном обнаружении и слежении (фильтрации) за параметрами сигналов; уравнения оптимальной линейной и нелинейной фильтрации (Коллоквиум)

3. Устный опрос по теме: радиосигналы и методы определения дальности и угловых параметров в радионавигации; дальность действия и рабочие зоны в радионавигации (Коллоквиум)

4. Устный опрос по теме: теоретические основы синтеза; статистическое описание сигналов, событий, процессов, основы теории статистических решений (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	14	15
Методы определения текущего местоположения объекта. Физические принципы определения						

навигационных параметров в радионавигации					
Методы определения текущего местоположения объекта. Физические принципы определения навигационных параметров в радионавигации	+				
Радиосигналы и методы определения дальности и угловых параметров в радионавигации					
Радиосигналы и методы определения дальности и угловых параметров в радионавигации		+			
Теоретические основы синтеза радионавигационных устройств и систем					
Теоретические основы синтеза радионавигационных устройств и систем			+		
Потенциальная точность оценки радионавигационных параметров					
Потенциальная точность оценки радионавигационных параметров				+	+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов	Знать: методы определения дальности и угловых параметров в радионавигации методы расчета потенциальной точности оценки параметров радиосигналов, линейных и угловых координат объектов	Устный опрос по теме: общие сведения о навигации и радионавигации, методы определения текущего местоположения объекта; физические принципы определения навигационных параметров в радионавигации (Коллоквиум) Устный опрос по теме: радиосигналы и методы определения дальности и угловых параметров в радионавигации; дальность действия и рабочие зоны в радионавигации (Коллоквиум)
ПК-2	ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Умеет выполнять анализ и оптимизацию характеристик радиосигналов и параметров подсистем радиоэлектронных систем и комплексов	Знать: методы статистического синтеза для решения задач обработки сигналов в радионавигационной аппаратуре методы решения задач расчета текущего местоположения объекта с применением современных средств измерения и проектирования Уметь: использовать методы	Решение задачи "Потенциальная точность оценки радионавигационных параметров" (Решение задач) Устный опрос по теме: теоретические основы синтеза; статистическое описание сигналов, событий, процессов, основы теории статистических решений (Коллоквиум) Устный опрос по теме: потенциальная точность оценки радионавигационных параметров; общие сведения об оптимальном обнаружении и слежении (фильтрации) за параметрами сигналов; уравнения оптимальной линейной и нелинейной фильтрации (Коллоквиум)

		решения задач анализа и расчета характеристик радионавигационных систем и устройств	
--	--	--	--

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

**КМ-1. Устный опрос по теме: общие сведения о навигации и радионавигации, методы определения текущего местоположения объекта; физические принципы определения навигационных параметров в радионавигации**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент с места отвечает на вопрос и при необходимости иллюстрирует ответ на доске

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы по теме: общие сведения о навигации и радионавигации, методы определения текущего местоположения объекта; физические принципы определения навигационных параметров в радионавигации

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы определения дальности и угловых параметров в радионавигации	1. Что называется траекторией движения объекта? 2. На сколько групп можно разделить навигационные элементы? 3. Что содержит в себе основную информацию о движении объекта в радионавигации?
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-2. Устный опрос по теме: радиосигналы и методы определения дальности и угловых параметров в радионавигации; дальность действия и рабочие зоны в радионавигации**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент с места отвечает на вопрос и при необходимости иллюстрирует ответ на доске

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы по теме: радиосигналы и методы определения дальности и угловых параметров в радионавигации; дальность действия и рабочие зоны в радионавигации

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы расчета потенциальной точности оценки параметров радиосигналов, линейных и угловых координат объектов	1. С какой скоростью распространяются электромагнитные волны (сигналы) в вакууме? 2. Что такое фазовое запаздывание и время фазовой задержки навигационного радиосигнала? 3. Чем отличается запросный способ определения дальности от беззапросного?
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

**КМ-3. Устный опрос по теме: теоретические основы синтеза; статистическое описание сигналов, событий, процессов, основы теории статистических решений**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент с места отвечает на вопрос и при необходимости иллюстрирует ответ на доске

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы по теме: теоретические основы синтеза; статистическое описание сигналов, событий, процессов, основы теории статистических решений

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы решения задач расчета текущего местоположения объекта с применением современных средств измерения и проектирования	1. Что такое апостериорная плотность вероятности? 2. Какое решение называется "байесовским"?
Знать: методы статистического синтеза для решения задач обработки сигналов в радионавигационной аппаратуре	1. Что такое априорная статистическая информация? 2. Что такое функция правдоподобия?



**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-4. Решение задачи "Потенциальная точность оценки радионавигационных параметров"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам выдается задание и указания по его выполнению в письменной форме. Студенты выполняют задание и сдают отчет с выводом формулы для расчета потенциальной точности оценки радионавигационных параметров (задержки, фазы, доплеровского смещения частот и пр.) и результатами программной реализации модели

**Краткое содержание задания:**

Рассчитать потенциальную точность оценки радионавигационных параметров (задержки, фазы, доплеровского смещения частоты и пр.)

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать методы решения задач анализа и расчета характеристик радионавигационных систем и устройств	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать потенциальную точность оценки задержки по фазе сигнала</li> <li>2. Рассчитать потенциальную точность оценки задержки радиоимпульса по огибающей</li> <li>3. Рассчитать потенциальную точность совместной оценки частоты и задержки сигнала (по огибающей)</li> </ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-5. Устный опрос по теме: потенциальная точность оценки радионавигационных параметров; общие сведения об оптимальном обнаружении и слежении (фильтрации) за параметрами сигналов; уравнения оптимальной линейной и нелинейной фильтрации**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент с места отвечает на вопрос и при необходимости иллюстрирует ответ на доске

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы по теме: потенциальная точность оценки радионавигационных параметров; общие сведения об оптимальном обнаружении и слежении (фильтрации) за параметрами сигналов; уравнения оптимальной линейной и нелинейной фильтрации

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать методы решения задач анализа и расчета характеристик радионавигационных систем и устройств	1. Рассчитать потенциальную точность оценки амплитуды радиоимпульса 2. Рассчитать потенциальную точность оценки начальной фазы радиоимпульса 3. Рассчитать потенциальную точность оценки частоты сигнала
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Дальномерный метод определения местоположения объекта
2. Постановка задачи синтеза. Критерии оптимальности

### Процедура проведения

Студент получает индивидуальный билет, готовится к ответу в течение не менее 60 минут. Ответ преподавателю проходит в устной форме. Студент рассказывает подготовленный материал по вопросам билета. Студенту задают дополнительные вопросы по вопросам билета и разделам дисциплины. На основании ответа студента формируется экзаменационная составляющая оценки.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-1 Знает методы выполнения расчетов основных технических характеристик схем подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

### Вопросы, задания

1. Дальномерный метод определения местоположения объекта
2. Разностно-дальномерный и суммарно-дальномерный методы определения местоположения объекта
3. Угломерный метод и дальномерно-угломерный методы определения местоположения объекта
4. Методы определения дальности: временной метод, фазовый метод, частотный метод
5. Методы определения угловых параметров: амплитудный метод, фазовый метод, частотный метод, временной метод

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Режим навигации подвижного объекта определяется совокупностью различных характеристик, которые принято называть \_\_\_\_\_ и которые представляют собой геометрические или механические величины, характеризующие его положение и движение

Ответы:

- а) навигационные объекты
- б) навигационные элементы
- в) вектор состояния объекта
- г) навигационная задача

Верный ответ: б)

2. Методы определения текущего местоположения, которые применяются в навигации, можно разделить на три группы:

- методы счисления пути (инерциальные, доплеровские, воздушное счисление пути и их комбинации);
- позиционные, т.е. методы линий (поверхностей) положения с использованием оптических, радиотехнических, астрономических и других устройств;
- - \_\_\_\_\_

Ответы:

- а) обзорно-сравнительные
- б) дальномерные
- в) разностно-дальномерные
- г) запросные
- д) беззапросные

Верный ответ: а)

3. Примером обзорно-сравнительного метода являются \_\_\_\_\_ методы, использующие информацию о поле высот рельефа местности или изображении участка местности

Ответы:

- а) корреляционно-экстремальные
- б) дальномерные
- в) методы визуальной ориентировки
- г) суммарно-дальномерные

Верный ответ: а)

4. Какой метод основан на непосредственном измерении времени запаздывания обгибающей радиосигнала, возникающего при его распространении от источника излучения до приемника?

Ответы:

- а) временной
- б) частотный
- в) фазовый
- г) амплитудный

Верный ответ: в)

5. Верно ли следующее утверждение

Под потенциальной точностью оценок параметров радиосигнала понимают нижнюю границу Рао-Крамера для оценок неслучайных параметров, т.е. оценок максимального правдоподобия

Ответы:

- а) да
- б) нет

Верный ответ: а)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-2 Умеет выполнять анализ и оптимизацию характеристик радиосигналов и параметров подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

### Вопросы, задания

1. Принципы определения дальности: запросный и беззапросный способы определения дальности; понятие псевдо дальности; псевдо дальномерный метод определения местоположения объекта
2. Принципы определения скорости
3. Принципы определения углов: определение углов, основанное на измерении временной задержки; определение углов, основанное на измерении доплеровского смещения частоты
4. Принципы определения угловой скорости
5. Общая характеристика радиосигналов, используемых в радионавигации
6. Приведите пример задач, демонстрирующих Ваше умение выполнять анализ и оптимизацию характеристик радиосигналов и параметров подсистем радиоэлектронных систем и комплексов

## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как называется наука о радиотехнических методах и средствах получения информации о положении и движении подвижных объектов и о радиотехнических методах и средствах их вождения из одной точки пространства в другую?

Ответы:

- а) навигация
- б) радионавигация
- в) радиоуправление
- г) радиосвязь

Верный ответ: б)

2. Что называется геометрическим местом точек пространства с одинаковым значением навигационного параметра (навигационных параметров)?

Ответы:

- а) местоположение
- б) линия (поверхность) положения
- в) координата
- г) линия движения

Верный ответ: б)

3. Какие различают способы определения дальности в радионавигации?

Ответы:

- а) дальномерный и разностно-дальномерный
- б) запросный и беззапросный
- в) дальномерный, разностно-дальномерный и угломерный
- г) дальномерный и запросный
- д) дальномерный, запросный и беззапросный

Верный ответ: б)

4. На чем основано определение скорости объекта в радионавигации?

Ответы:

- а) дальномерном методе
- б) суммарно-дальномерном методе
- в) эффекте Фишера
- г) эффекте Доплера

Верный ответ: г)

5. В радионавигации используются радиосигналы с несущими частотами, лежащими в диапазонах от 3 кГц до \_\_\_\_\_

Ответы:

- а) 30 кГц
- б) 3 МГц
- в) 30 МГц
- г) 3 ГГц
- д) 30 ГГц
- е) 300 ГГц

Верный ответ: е)

6. Какая манипуляция используется в спутниковых радионавигационных системах ГЛОНАСС, GPS, Galileo?

Ответы:

- а) бинарная фазовая
- б) квадратичная фазовая
- в) частотная
- г) амплитудная

Верный ответ: а)

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задачу, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задачу и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил задачу из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой составляющей и составляющей промежуточной аттестации