

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)



УТВЕРЖДАЮ  
директор УрТИСИ СибГУТИ  
Минина Е.А.  
2023 г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### Б1.В.14 Физические основы радиосвязи


Направление подготовки / специальность: **11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) / специализация: **Транспортные сети и системы связи**

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: 2023

Разработчик (-и):  
д.ф.-м.н., профессор

  
\_\_\_\_\_ / Г.И. Пилипенко /  
подпись

Оценочные средства обсуждены и утверждены на заседании высшей математики и физики (ВМиФ)

Протокол от 25.05.2023 г. № 9

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /В.Т. Куанышев/  
подпись

Екатеринбург, 2023

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

УТВЕРЖДАЮ  
директор УрТИСИ СибГУТИ  
\_\_\_\_\_ Минина Е.А.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **Б1.В.14 Физические основы радиосвязи**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) / специализация: **Транспортные сети и системы связи**

Форма обучения: **очная, заочная**

Год набора: 2023

Разработчик (-и):  
д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ / Г.И. Пилипенко /  
подпись

Оценочные средства обсуждены и утверждены на заседании высшей математики и физики (ВМиФ)

Протокол от 25.05.2023 г. № 9

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /В.Т. Куанышев/  
подпись

Екатеринбург, 2023

## 1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин)
ПК-1 – Способен к проведению профилактических работ на оборудовании связи	<p>ПК-1.1 Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах</li> <li>- особенности передачи различных сигналов по каналам телекоммуникационных систем</li> </ul> <p>ПК-1.2 Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрировать способность и готовность решить любую задачу, связанную с разработкой, проектированием и эксплуатацией оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных на основе действующих нормативных документов.</li> </ul> <p>ПК-1.3 Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками составления нормативной документации;</li> <li>- способностью проводить анализ статистических данных о работе транспортной сети.</li> </ul>	1	1 этап: Б1.О.06 Физика, Б1.В.02 Основы теории электромагнитных полей и волн, Б1.В.08 Теория связи, Б1.В.11 Схемотехника телекоммуникационных устройств, Б1.О.04 Высшая математика

Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине: зачет (5 семестр).

## 2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1. Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

Индикатор освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК-1.1 Знает основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах - особенности передачи различных сигналов по	<p>Знать: основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах</p> <p>Уметь: демонстрировать способность и готовность</p>	Выполнены все лабораторные работы по дисциплине в соответствии с графиком. Оформлены отчеты по лабораторным работам в соответствии с требованиям. При защите лабораторных работ формулирует выводы по полученным результатам.

<p>каналам телекоммуникационных систем</p>	<p>решить любую задачу, связанную с разработкой, проектированием и эксплуатацией оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных на основе действующих нормативных документов. Владеть: навыками составления нормативной документации; способностью проводить анализ статистических данных о работе транспортной сети.</p>	
<p>ПК-1.2 Умеет демонстрировать и способность решить любую задачу, связанную с разработкой, проектированием и эксплуатацией оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных на основе действующих нормативных документов.</p>	<p>Знать: основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах Уметь: демонстрировать способность и готовность решить любую задачу, связанную с разработкой, проектированием и эксплуатацией оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных на основе действующих нормативных документов. Владеть: навыками составления нормативной документации; способностью проводить анализ статистических данных о работе транспортной сети.</p>	<p>Выполнены все лабораторные работы по дисциплине в соответствии с графиком. Оформлены отчеты по лабораторным работам в соответствии с требованиями. При защите лабораторных работ формулирует выводы по полученным результатам</p>
<p>ПК-1.3 Владеет навыками составления нормативной документации; способностью проводить анализ статистических данных о работе транспортной сети.</p>	<p>Знать: основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах Уметь: демонстрировать способность и готовность решить любую задачу, связанную с разработкой, проектированием и эксплуатацией оборудования транспортных сетей и сетей</p>	<p>Выполнены все лабораторные работы по дисциплине в соответствии с графиком. Оформлены отчеты по лабораторным работам в соответствии с требованиями. При защите лабораторных работ формулирует выводы по полученным результатам</p>

	<p>передачи данных на основе действующих нормативных документов.</p> <p>Владеть: навыками составления нормативной документации;</p> <p>способностью проводить анализ статистических данных о работе транспортной сети.</p>	
--	--	--

### Шкала оценивания.

#### Зачет

	Критерии оценки
Зачет	1. Самостоятельно и правильно ответил на поставленные теоретические вопросы экзаменационного билета. Уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагает свой ответ. Может ответить на дополнительные вопросы.
Незачет	1. Самостоятельно не ответил на поставленные теоретические вопросы экзаменационного билета.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания по дисциплине

#### 3.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы и методы текущего контроля

Тема и/или раздел	Формы/методы текущего контроля успеваемости
<p><b>ПК-1 – Способен к проведению профилактических работ на оборудовании связи</b></p> <p>Знает основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам телекоммуникационных систем.</p> <p>Умеет демонстрировать способность и готовность решить любую задачу, связанную с разработкой, проектированием и эксплуатацией оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных на основе действующих нормативных документов</p> <p>Владеет навыками составления нормативной документации, способностью проводить анализ статистических данных о работе транспортной сети.</p>	
Раздел 1 Общие принципы радиосвязи.	Зачет
Раздел 2 Физика электромагнитных волн.	Зачет Лабораторная работа – зачет
Раздел 3 Генерация электромагнитных волн.	Зачет Лабораторная работа – зачет
Раздел 4 Распространение радиоволн и дальность радиосвязи.	Зачет

	Лабораторная работа – зачет
Раздел 5 Физические принципы генерации и формирования радиосигналов.	Зачет Лабораторная работа - зачет
Раздел 6 Физические процессы приема радиосигналов.	Зачет Лабораторная работа – зачет
Раздел 7 Физические принципы телевидения.	Зачет Лабораторная работа - зачет
Раздел 8 Виды систем радиосвязи.	Зачет Лабораторная работа - зачет

### 3.2 Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

#### ПК-1 – Способен к проведению профилактических работ на оборудовании связи

Знает - основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах

- особенности передачи различных сигналов по каналам телекоммуникационных систем.

Умеет демонстрировать способность и готовность решить любую задачу, связанную с разработкой, проектированием и эксплуатацией оборудования транспортных сетей и сетей передачи данных на основе действующих нормативных документов

Владеет - навыками составления нормативной документации

- способностью проводить анализ статистических данных о работе транспортной сети.

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Демодуляция сигналов»

Цель работы: изучение принципов демодуляции амплитудно-модулированных сигналов.

Краткая теория

Операция амплитудного детектирования прямо противоположна амплитудной модуляции. Имея на входе идеального детектора АИ-колебание  $u_{вх}(t) = U_{мвх}(1 + M \cos \Omega t)$ , следует получить на выходе низкочастотный сигнал  $u_{вых}(t) = U_{мвых} \cos \Omega t$ , пропорциональный передаваемому сообщению. Эффективность работы детектора, принято оценивать коэффициентом детектирования, равного отношению амплитуды низкочастотного сигнала на выходе к «размаху» изменения амплитуды высокочастотного сигнала на входе:

$$K_{дет} = U_{мвых} / (MU_{мвх}), \quad (1)$$

Можно осуществить детектирование, подав АМ-сигнал на безинерционный нелинейный элемент и предусмотрев последующую фильтрацию низкочастотных составляющих спектра.

Широко используется диодный детектор, особенно пригодный для работы с сигналами большого уровня. Такой детектор образован последовательным соединением диода и параллельной RC-цепи, которая выполняет роль частотного фильтра. Параметры RC- цепи выбирают согласно условиям

$$1/(\omega_0 C_n) \ll R_n, \quad 1/(\Omega C_n) \quad (2)$$

Это означает, что для сигнала с частотой модуляции  $\Omega$  нагрузка детектора практически резистивна и равна  $R_n$ , в то же время модуль сопротивления нагрузки, а значит, и коэффициент передачи системы на несущей  $\omega_0$  пренебрежимо мал.

Будем считать, что диод имеет кусочно-линейную ВАХ с нулевым напряжением начала:

$$I(u) = 0 \text{ при } u < 0 \text{ и } i(u) = Su \text{ при } u > 0.$$

Для нормальной работы детектора необходимо, чтобы сопротивление резистора нагрузки  $R_n$  значительно превышало сопротивление диода в прямом направлении, т.е. чтобы  $SR_n \gg 1$ . При этом получаем формулу для расчета коэффициента детектирования:

$$k_{dem} = \cos \left[ \sqrt[3]{\frac{3\pi}{SR_n}} \right] \quad (3)$$

На рис. 1 приведен пример изменения однотонального амплитудно-модулированного сигнала при детектировании. Параметры представленного сигнала: несущая частота 30 Гц, частота модуляции 3 Гц, коэффициент модуляции  $M=1$ .

Как видно из рисунка, при детектировании модулированный сигнал становится однополярным, переходит на основную несущую частоту  $2\pi$  и уменьшается по энергии почти в 5 раз. Основная часть энергии (более 4/5) трансформируется в область низких частот и распределяется между постоянной составляющей и выделенной гармоникой сигнала модуляции. Между постоянной составляющей и выделенной гармоникой энергия распределяется в зависимости от значения коэффициента модуляции  $M$ . При  $M=1$  энергии равны, при  $M=0$  (в отсутствие сигнала модуляции) вся энергия переходит в энергию постоянной составляющей.

Кроме этих составляющих появляются также 2-я, 3-я и более высокие гармоники детектированного модулированного сигнала. Энергия второй гармоники не превышает 2%, а остальных и вовсе незначительна.

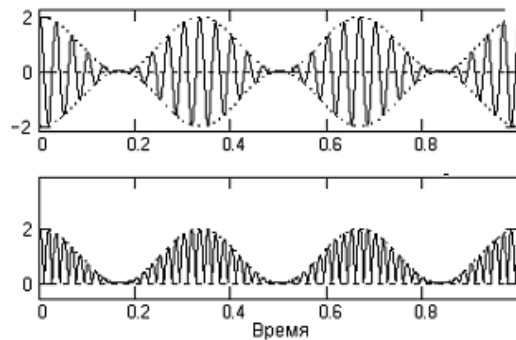


Рисунок 1 - Однотональный модулированный сигнал и его изменение при детектировании

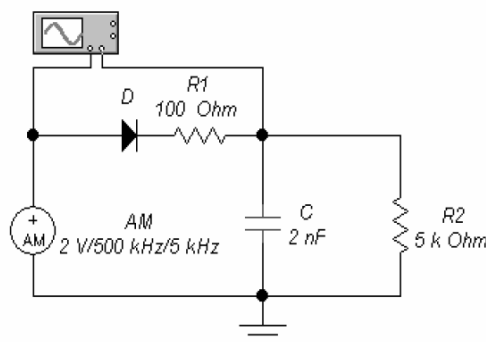
Демодуляторы сигнала выделяют после детектирования только низкочастотный информационный сигнал и подавляют все остальные частоты, включая постоянную составляющую. Очевидно также, что в случае перемодуляции сигнала исходный информационный сигнал будет восстанавливаться с ошибкой.

### Практическая часть.

**Задание 1.** Собрать схему диодного модулятора. Параметры предварительно рассчитать по заданным частотам  $\Omega$  и  $\omega_0$  (Рис.2).

**Задание 2.** Изучить форму продетектированного сигнала при разных значениях  $C_n$ . Зарисовать эпюру выходного напряжения.

**Задание 3.** При оптимальной постоянной нагрузке определить коэффициент детектирования.



## Рисунок 2 - Схема диодного детектора.

### **Контрольные вопросы:**

1. Приведите принципиальную схему последовательного диодного детектора, поясните назначение всех элементов схемы.
2. Чем следует руководствоваться при выборе параметров нагрузки диодного детектора?
3. В чем преимущества линейного детектирования перед квадратичным?  
Как будет изменяться угол отсечки с изменением сопротивления нагрузки детектора при детектировании сильных сигналов?

### **3.3 Типовые материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

#### Перечень вопросов для зачета:

1. Кратко опишите физические явления, обуславливающие возможность передачи сообщения на расстояние с помощью электрических сигналов без проводов.
2. В каких параметрах радиосигнала содержится сообщение и с помощью каких основных устройств она из них извлекается?
3. Объясните, как формируется радиосигнал.
4. Первое и второе уравнения Максвелла и их физический смысл.
5. Ток проводимости и ток смещения.
6. Третье и четвертое уравнения Максвелла и их физический смысл.
7. Волновое уравнение. Электромагнитные волны.
8. Назовите основные технические характеристики антенн.
9. Назовите основные особенности построения антенн разных диапазонов.
10. Что такое диаграмма направленности? Какой вид имеют диаграммы направленности диполя и полуволнового вибратора?
11. Напишите выражение для фазовой скорости, длины волны, волнового числа, вектора Пойнтинга и характеристического сопротивления в среде с потерями и без потерь.
12. Упрощенное строение земной атмосферы и ее влияние на распространение радиоволн.
13. Классификация радиоволн по способу распространения.
14. Распространение прямых волн в свободном пространстве.
15. Идеальное уравнение радиосвязи.
16. Потери при распространении радиоволн.
17. Понятие о множителе ослабления.
18. Структурная схема и основные показатели радиопередающих устройств.
19. Автогенераторы, стабилизация частоты колебаний.
20. Усилители мощности.
21. Структурная схема супергетеродинного приемника.
22. Принципы построения отдельных элементов приемников.
23. Нарисуйте принципиальную схему амплитудного детектора и расскажите о назначении его элементов.
24. Поясните принцип электронного телевидения.
25. Изобразите телевизионный видеосигнал и расскажите о всех его составляющих.
26. Виды модуляции, используемые при передаче сигналов изображения и звука.



27. Как передаются сигналы цветного изображения?
28. Системы цветного телевидения.
29. Организация спутниковых систем связи. Виды орбит.
30. Основные энергетические соотношения на интервале СС радиосвязи.
31. Особенности передачи сигналов по спутниковым системам связи.
32. Общие принципы построения РРЛ связи.
33. Основные энергетические соотношения на интервале РР линии связи.  
Новые технологии радиосвязи.

Пример билета для зачета.

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики" в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ)	<b>Экзаменационный билет</b> № <u>8</u>  по дисциплине «Физические основы радиосвязи»	УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой ВМиФ  <hr/> « <u>04</u> » <u>сентября</u> 2023 г.
---	---	---

Направление 11.03.02 Профиль ТрСиСС Уровень Бакалавриат Факультет ИИиУ курс 3 семестр 5

1. Общие принципы радиосвязи.
2. Уравнение идеальной радиосвязи.

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

### **Методические материалы проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся**

Перечень методических материалов для подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации:

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физические основы радиосвязи» представлены в электронно-информационной образовательной среде и доступны по URL – (<http://aup.uisi.ru/3584183/>).
2. Перечень вопросов к зачету представлен в электронно-информационной образовательной среде и доступны по URL – (<http://aup.uisi.ru/3584183/>).
3. Самостоятельная работа по дисциплине. Задания, на выполнение самостоятельной работы, представлены в электронно-информационной образовательной среде и доступны по URL – (<http://aup.uisi.ru/3584183/>).