**Межгосударственная образовательная организация высшего образования «Российско-Армянский университет»**

**Утверждено**
**Директор Института**
**Агаронян А.К.** _____
**«19» июня 2026 г., протокол № 10**
**Утвержден Ученым Советом ИМФВТ**

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины: Б1.В.11 «Основные узлы беспроводной связи»**

**Автор (ы)** ***А.К. Агаронян к.т.н., доцент***
***Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)***

**Направление подготовки: 11.03.02. Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

**Согласовано:**

Заведующий Базовой кафедрой Телекоммуникаций
Сиволенко Э. Р.
_____
(подпись)

# 1. АННОТАЦИЯ

**1.1.** Учебная программа дисциплины «Основные узлы беспроводной связи» ориентирована на подготовку высокопрофессиональных кадров в области телекоммуникаций, которые должны обладать основополагающими знаниями и навыками в беспроводной радиотехнике. Актуальной практической задачей дисциплины является подготовка студентов к творческой профессиональной деятельности в области телекоммуникации. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

**1.2.** Трудоемкость в академических кредитах - 5 и часах - 180, формы итогового контроля экзамен;

**1.3.** Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с последующими дисциплинами: основы построения телекоммуникационных сетей и систем, схемотехника телекоммуникационных устройств, компьютерная проектирование радиотехнических узлов.

**1.4.** Результаты освоения программы дисциплины:

| **Код компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)* | **Наименование компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)* | **Код индикатора достижения компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)* | **Наименование индикатора достижений компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)* |
|---|---|---|---|
| **ПК-5 Наименование профессиональной компетенции** | Способен подготавливать расчетную и проектную документацию при разработке сетей, сооружений, средств и средств инфокоммуникаций | **ПК-5.1** | **Знает** принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации |
| | | **ПК-5.2** | **Умеет** выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта |
| | | **ПК-5.3** | **Владее**т навыками разработки рабочей документации и навыками проектирования систем станций подвижной радиосвязи |
| **ПК-6** | Способен осуществлять монтаж, наладку, настройку, регулировку, опытную проверку работоспособности, испытания и сдачу в эксплуатацию сооружений, средств и оборудования сетей | **ПК-6.1** | **Знает** принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети |
| | | **ПК-6.2** | **Умеет** осуществлять конфигурационное и параметрическое планирование транспортных сетей и сетей передачи данных, анализировать качество работы транспортных сетей и сетей передачи данных; |
| | | **ПК-6.3** | **Владеет** навыками выработки решений по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, оборудования и технологий |

## 2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

**2.1.** Цели и задачи дисциплины

***Цель дисциплины*** - изучение принципов действия, методов анализа, синтеза и расчета радиопередающих и радиоприемных систем и основных типов антенн различных диапазонов длин волн, используемых в современных системах радиосвязи, вещания и др.,

а также изучение механизмов и особенностей распространения радиоволн на наземных и космических линиях связи.

***Задача*** – ознакомление студентов с основами теории антенн, радиопередающих и радиоприемных систем прививание студентам навыков проектирования антенн, определения характеристик антенн, навыков практической работы с измерительной аппаратурой, оценки применимости различных беспроводных устройств связи, а также обеспечение понимания и тенденций развития СВЧ техники.

**2.2.** Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах -180 и зачетных единицах-5) ***(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)***

| **Виды учебной работы** | **Всего, в акад. часах** | **Распределение по семестрам** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **_III__ сем** | **_IV_ сем** | **_V_ сем** | **_VI сем** | **VII сем** | **VIII сем** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| **1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:** | **180** | | | | | **180** | |
| 1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.: | **80** | | | | | **80** | |
| 1.1.1. Лекции | **16** | | | | | **16** | |
| 1.1.2. Практические занятия | **48** | | | | | **48** | |
| 1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов | | | | | | | |
| 1.1.2.2. Контрольные работы | | | | | | | |
| 1.1.2.3. Другое (указать) | | | | | | | |
| 1.1.3. Семинары | | | | | | | |
| 1.1.4. Лабораторные работы | **16** | | | | | **16** | |
| 1.1.5. Другие виды (указать) | | | | | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.: | **66** | | | | | **66** | |
| 1.2.1. Подготовка к экзаменам | | | | | | | |
| 1.2.1.1. Курсовые работы | | | | | | | |
| 1.3. Консультации | | | | | | | |
| 1.4. Другие методы и формы занятий | | | | | | | |
| Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать) | **Экзамен 34** | | | | | **34** | |

**2.3. Содержание дисциплины**

**2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану**

| Разделы и темы дисциплины | Всего (ак. часов) | Лекционные занятия (ак. часов) | Семинарские занятия (ак. часов) | Практические занятия (ак. часов) | Лабораторные работы (ак. часов) |
|---|---|---|---|---|---|
| *1* | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| МОДУЛЬ 1. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ | **23** | **7** | **16** | **-** | **-** |
| **1.Введение** | **1** | **1** | **--** | **-** | **-** |
| **Раздел 2. Беспроводные сети** | | | | **-** | **-** |
| ***Тема 2.1. Сферы применения беспроводных сетей*** | **3** | **1** | **2** | **-** | **-** |
| ***Тема 2.2. Основные элементы сети*** | **2,5** | **0,5** | **2** | **-** | **-** |
| ***Тема 2.3. Режим Ad hoc*** | **4,5** | **0,5** | **4** | **-** | **-** |
| ***Тема 2.4. Инфраструктурный режим*** | **3** | **1** | **2** | **-** | **-** |
| ***Тема 2.5.Режим беспроводного моста (Point-to-point Wireless distributed system with Access point)*** | **3** | **1** | **2** | | **-** |
| ***Тема 2.6. Режим беспроводного моста точка – много точек*** | **2,5** | **0.5** | **2** | | **-** |
| ***Тема 2.7. Режим клиента*** | **2,5** | **0.5** | **2** | | **-** |
| **Раздел 3. Организация и планирование беспроводных сетей** | | | | | |
| ***Тема 3.1. Расширение сети*** | **0,5** | **0.5** | **-** | | **-** |
| ***Тема 3.2. Организация Hot Spot*** | **0,5** | **0.5** | **-** | | **-** |
| МОДУЛЬ 2. ТИПЫ АНТЕНН | **43** | **6** | **22** | **-** | **14** |
| **Раздел 4. Вибраторные антенны** | | | | **-** | |
| ***Тема 4.1. Элементарный излучатель*** | **2** | | **2** | **-** | **-** |
| ***Тема 4.2. Симметричный вибратор*** | **2** | **-** | **-** | **-** | **2** |
| ***Тема 4.3. Связанные вибраторы*** | **0,5** | **0.5** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема. 4.4. Система линейных вибратров*** | **1** | | **1** | | |
| ***Тема. 4.5. Согласующие и симметрирующие устройства*** | **1** | | **1** | | |
| **Раздел 5. Антенны бегущей волны** | **2** | | **2** | **-** | |
| ***Тема 5.1. Директорные антенны*** | **0,5** | **0.5** | **-** | **-** | |
| ***Тема 5.2. Диэлектрические антенны*** | **0,5** | **0,5** | | | |
| ***Тема 5.3. Спиральные антенны*** | **2** | | **2** | **-** | |
| | | | **-** | **-** | **-** |
| **Раздел 6. Основы передачи данных** | | | **-** | **-** | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Тема 6.1. Аналоговая передача данных*** | **2** | | **-** | **-** | **2** |
| ***Тема 6.2. Аналоговые и цифровые сигналы*** | **2** | | **-** | **-** | **2** |
| | | | **-** | **-** | |
| **Раздел 7. Пропускная способность канала** | | | | | |
| ***Тема 7.1. Ширина полосы по Найквисту*** | **4** | | **2** | | **2** |
| | | | **-** | **-** | |
| **Раздел 8. Методы кодирования сигналов** | | | **-** | **-** | |
| ***Тема 8.1. Критерии кодирования сигналов*** | **2,5** | **0.5** | **-** | **-** | **2** |
| ***Тема 8.2. Аналоговые данные, аналоговые сигналы*** | **2,5** | **0.5** | **2** | **-** | |
| ***Тема 8.3. Цифровые данные, аналоговые сигналы*** | **2,5** | **0.5** | **2** | **-** | |
| | | | **-** | **-** | |
| **Раздел 9.Технология расширенного спектра** | | | **-** | **-** | |
| ***Тема 9.1. Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты*** | **4,5** | **0,5** | **2** | **-** | **2** |
| ***Тема 9.2. Прямое последовательное расширение спектра*** | **4,5** | **0,5** | **2** | **-** | **2** |
| | | | **-** | **-** | |
| | | | | | |
| **Раздел 10. Фазированные антенные решетки** | | | | **-** | **-** |
| ***Тема 10.1. Способы электрического управления положением антенного луча*** | **3** | **1** | **2** | | **-** |
| ***Тема 10.2. Антенные решётки с нелинейной обработкой сигнала.*** | **3** | **1** | **2** | **-** | **-** |
| | | | **-** | **-** | |
| | | | **-** | **-** | |
| | | | | | |
| МОДУЛЬ 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИО- И ОПТИЧЕСКИХ ВОЛН | **14** | **3** | **9** | **-** | 2 |
| **Раздел 11. Распространение радио- и оптических волн.** | | **-** | **-** | **-** | **-** |
| ***Тема 11.1. Распространение радио- и оптических волн.*** | **1** | **-** | **1** | **-** | **-** |
| ***Тема 11.2. Распространение радио- и оптических волн в пределах прямой видимости.*** | **3** | **1** | **2** | **-** | **-** |
| ***Тема 11.3. Распространение радиоволн в ионосфере.*** | **2,5** | **0.5** | **2** | | **-** |
| ***Тема 11.4. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.*** | **3** | **1** | **2** | | **-** |
| ***Тема 11.5. Космическая связь и распространение радиоволн этой системы связи.*** | **4,5** | **0.5** | **2** | | **2** |
| | | | | | |
| **ИТОГО** | **80** | **16** | **48** | **-** | **16** |

### 2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

1. ***Введение***

Предмет дисциплины и её задачи. Структура курса, виды и методы подготовки и контроля. Рекомендуемая литература.

(Б [1],Введение; О [1], Введение)

**Раздел 2. Основные параметры антенн**

Тема 2.1. Сферы применения беспроводных сетей

Тема 2.2. Основные элементы сети

Тема 2.3. Режим Ad hoc

Тема 2.4. Инфраструктурный режим (Wireless distributed system with Access point)

Тема 2.5. Режим беспроводного моста (Point-to-point

Тема 2.6. Режим беспроводного моста точка – много точек

Тема 2.7. Режим клиента

**Раздел 3. Организация и планирование беспроводных сетей**

Тема 3.1. Расширение сети

Тема 3.2. Организация Hot Spot

**Раздел 4. Вибраторные антенны**

Тема 4.1. Элементарный излучатель

Тема 4.2. Симметричный вибратор

Тема 4.3. Связанные вибраторы

Тема. 4.4. Система линейных вибраторов

Тема. 4.5. Согласующие и симметрирующие устройства

**Раздел 5. Антенны бегущей волны**

Тема 5.1. Директорные антенны

Тема 5.2. Диэлектрические антенны

Тема 5.3. Спиральные антенны

**Раздел 6. Основы передачи данных**

Тема 6.1. Аналоговая передача данных

Тема 6.2. Аналоговые и цифровые сигналы

**Раздел 7. Пропускная способность канала**

Тема 7.1. Ширина полосы по Найквисту

**Раздел 8. Методы кодирования сигналов**

Тема 8.1. Критерии кодирования сигналов

Тема 8.2. Аналоговые данные, аналоговые сигналы

Тема 8.3. Цифровые данные, аналоговые сигналы

**Раздел 9. Технология расширенного спектра**

Тема 9.1. Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты

Тема 9.2. Прямое последовательное расширение спектра

**Раздел 10. Фазированные антенные решетки**

Тема 10.1. Способы электрического управления положением антенного луча
Тема 10.2. Антенные решётки с нелинейной обработкой сигнала.

**Раздел 11. Распространение радио- и оптических волн.**

Тема 11.1. Распространение радио- и оптических волн.
Тема 11.2. Распространение радио- и оптических волн в пределах прямой видимости.
Тема 11.3. Распространение радиоволн в ионосфере.
Тема 11.4. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.
Тема 11.5. Космическая связь и распространение радиоволн этой системы связи.

### 2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

(Кратко изложить форму/формы проведения семинарских занятий).

1. Сферы применения беспроводных сетей
2. Организация и планирование беспроводных сетей
3. Способы электрического управления положением антенного луча
4. Распространение радио- и оптических волн.
5. Распространение радио- и оптических волн в пределах прямой видимости.

### 2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

(Кратко представить перечень материально-технического оснащения, информационно-технических средств).

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника
- Приборная база
- Проектор

## 2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

| Формы контролей | Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям) | | Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля | | Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей | | Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке) | Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Вид учебной работы/контроля** | **М1** [1] | **М2** | **М1** | **М2** | **М1** | **М2** | | |
| Контрольная работа *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Устный опрос *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Тест *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Лабораторные работы *(при наличии)* | 0.5 | 0.5 | | | | | | |
| Письменные домашние задания *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Реферат *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Эссе *(при наличии)* | | | | | | | | |
| Проект *(при наличии)* | 0.5 | 0.5 | | | | | | |
| *Другие формы (при наличии)* | | | | | | | | |
| Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей | | | | | 0.4 | 0.4 | | |
| Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей | | | | | 0.6 | 0.6 | | |
| Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей | | | | | | | 0.5 | |
| Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке | | | | | | | 0.5 | |

[1] Учебный Модуль

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| промежуточных контролей | | | | | | | | |
| Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля | | | | | | | | 0.4 |
| **Вес итогового контроля (Экзамен/зачет)** в результирующей оценке итогового контроля | | | | | | | | 0.6 |
| | $\sum$ = **1** | $\sum$ = **1** | $\sum$ = **1** | $\sum$ = **1** | $\sum$ = **1** | $\sum$ = **1** | $\sum$ = **1** | $\sum$ = **1** |

3. **Теоретический блок** ***(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)***

**<u>Рекомендуемая литература</u>**

**а) Основная литература:**


1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. М.: Высш. Школа, 1988. 432с.
2. Антенны и устройства СВЧ / Д.И. Воскресенский, В.Л. Гостюхин, В.М. Максимов и др.; Под ред. Д.И. Воскресенского. - М.: Изд-во МАИ., 1999. 528 с.: ил. (Рекомендовано МО РФ в качестве учебника для студентов вузов по направлению “Радиотехника”)
3. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: Учебник для вузов./ Г.А. Ерохин, О.В. Чернышев, Н.Д. Козырев и др. М.: Радио и связь, 2007. 491 с.
4. М.П. Долуханов. Распространение радиоволн. М: Связь. 1992.
5. Г.А. Шипков. Задачник по АФ. М.: Энергия,1966


**в) Дополнительная литература**:


1. К. Ротхаммель, А. Кришке. Антенны. Том 1 и 2. М: Данвел.2005.
2. Ramesh Garg and et. Microstrip antenna design handbook. Boston – London: Artech House. 2001.
3. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 640 с.
4. Вишневский В., Ляхов А., Портной С., Шахнович И. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. - М.:Эко-Трендз, 2005. – 592 с.

5. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – Спб.: Питер, 2006. – 958 с.
6. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 384 с.
7. Рошан Педжман, Лиэри Джонатан. Основы постороения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. - 304 с.
8. Максим М. Безопасность беспроводных сетей / Мерит Максим, Дэвид Полино; Пер. с англ. Семенова А.В. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004.- 288с.
9. Владимиров А.А.Wi-фу: «боевые» приемы взлома и защиты беспроводных сетей / Андрей А. Владимиров, Константин В. Гавриленко, Андрей А. Михайловский; пер. с англ.
АА. Слинкина. М.: НТ Пресс, 2005. — 463с.

## 4. Фонды оценочных средств *(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).*

**Перечень экзаменационных вопросов**

1. Основные параметры антенн. Диаграмма направленности.
2. Основные параметры антенн. Коэффициент направленного действия. Коэффициент усиления.
3. Классификация беспроводных систем связи
4. Бюджет канала связи
5. Беспроводные эпизодические и сенсорные сети
6. Отношение сигнал/шум в цифровых системах связи
7. Типовая структура беспроводной системы цифровой связи
8. Общие принципы организации беспроводных сетей
9. Антенно-фидерный тракт с усилителем
10. Расчёт дальности работы беспроводного канала связи
11. Пропускная способность канала
12. Теория излучения антенн. Излучение круглого раскрыва
13. Антенны D-LINK
14. Частотные диапазоны и области их применения
15. Математическое описание полосовых сигналов

**16.** Зеркальная  параболическая антенна.

**17.** Особенности распространения радиоволн различных диапазонов частот.

**18.** Распространение радиоволн в пределах прямой видимости.

**19.** Распространение радиоволн в тропосфере.

**20.** Распространение радиоволн в ионосфере.

**21.** Космические радиолинии.

## Другие виды оценочных средств

1. Планы практических и семинарских занятий
2. Планы лабораторных работ и практикумов
3. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов
4. Образцы экзаменационных билетов

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ**
**Инженерно-физический институт**
**Кафедра телекоммуникаций**
**11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
**071301.00.7 Беспроводные коммуникации и сенсоры.**

**Основные узлы беспроводной связи**
**Билет № 1.**

1. **Классификация беспроводных систем связи**
2. **Бюджет канала связи**

*Преподаватель* *Агаронян А.К.*

*Зав. кафедрой* _____ *Агаронян А.К.*

*Дата*

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ**
**Инженерно-физический институт**
**Кафедра телекоммуникаций**
**11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
**071301.00.7 Беспроводные коммуникации и сенсоры.**

**Основные узлы беспроводной связи**
**Билет №2.**

1. **Беспроводные эпизодические и сенсорные сети**
2. **Основные характеристики антенн**

*Преподаватель* *Агаронян А.К.*

*Зав. кафедрой* _____ *Агаронян А.К.*

*Дата*

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ**
**Инженерно-физический институт**
**Кафедра телекоммуникаций**
**11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
**071301.00.7 Беспроводные коммуникации и сенсоры.**

**Основные узлы беспроводной связи**
**Билет № 3.**

1. **Отношение сигнал/шум в цифровых системах связи**
2. **Пример расчета бюджета канала связи**

*Преподаватель* *Агаронян А.К.*

*Зав. кафедрой* _____ *Агаронян А.К.*

*Дата*

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ**
**Инженерно-физический институт**
**Кафедра телекоммуникаций**
**11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
**071301.00.7 Беспроводные коммуникации и сенсоры.**

**Основные узлы беспроводной связи**
**Билет № 4.**

1. **Типовая структура беспроводной системы цифровой связи**
2. **Общие принципы организации беспроводных сетей**

*Преподаватель* *Агаронян А.К.*

*Зав. кафедрой* _____ *Агаронян А.К.*

*Дата*

## 5. Методический блок

Методика преподавания

Во время каждого занятия преподаватель представляет материал по теме дня и вовлекает группу в обсуждение. Практичный характер курса предполагает активное вмешательство каждого студента в процессы представления и обсуждения темы. За преподавателем закреплена ответственность придерживаться тематики данного занятия и предоставлять необходимые фундаментальные знаний и концепций.

После завершения изучения каждой из программ будет проведена контрольная работа для закрепления навыков.

Дисциплина «**Основные узлы беспроводной связи**» непосредственно связана с разработкой индивидуальных проектов. Студенты заранее уведомляются о требованиях относительно формата окончательного результата проекта.