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.04 «Радиочастотные системы связи»

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

Направление подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Наименование образовательной программы: Беспроводные коммуникации и сенсоры

Согласовано:

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

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Учебная программа дисциплины «Радиочастотные системы связи» ориентирована на подготовку высокопрофессиональных кадров в области телекоммуникаций, которые должны обладать основополагающими знаниями и навыками в области радиотехнических устройств и по основам распространения радиоволн. Актуальной практической задачей дисциплины является подготовка студентов к творческой профессиональной деятельности в области телекоммуникации.

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

1.3. Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с предыдущими дисциплинами: основные узлы беспроводной связи, основы построения инфокоммуникационных сетей и систем, теория электрических цепей

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-1 Наименование профессиональной компетенции	Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем	**ПК-1.1** **ПК-1.2**	**Знает** технические характеристики и экономические показатели разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты. **Умеет** осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ. **Владеет** навыками разработки и анализа

		ПК-1.3	вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы.
ПК-2	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования	**ПК-2.1** **ПК-2.2** **ПК-2.3**	**Знает** методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем **Умеет** проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценки качества предоставляемых услуг **Владеет** навыками анализа научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников, а также навыками проведения экспериментальных работ.

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - изучение принципов построение, проектирование радиотехнических узлов и систем, методы анализа, синтеза и расчета приёмопередающих систем в различных частотных диапазонах, используемых в современных системах радиосвязи, вещания и др., а также изучение механизмов и особенностей распространения радио волн на наземных и космических линиях связи.

Задача – ознакомление студентов с основами радиотехническими узлами, прививание студентам навыков проектирования, определения характеристик радиотехнических узлов, навыков практической работы с измерительной аппаратурой, а также обеспечение понимания в тенденции развития радиотехники.

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					
		__I_ сем.	_II_ сем.	_III сем.	IV_ сем.	___ сем	____ 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.:	**68**		**68**				
1.1.1. Лекции	**32**		**32**				
1.1.2. Практические занятия	**32**		**32**				
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов	**16**		**16**				
1.1.2.2. Контрольные работы							
1.1.2.3. Другое (указать)							
1.1.3. Семинары							
1.1.4. Лабораторные работы							
1.1.5. Другие виды (указать)							
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**62**		**62**				
1.2.1. Подготовка к экзаменам	**22**		**22**				
1.3. Консультации	**20**		**20**				
1.4. Другие методы и формы занятий							
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**Экзамен 54**		**54**				

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)	Лекции (ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семина-ры (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)	Другие виды занятий (ак. часов)
1	2=3+4+5+6+7	3	4	5	6	7
Модуль 1.						
Раздел 1. Основное назначение приемопередающих устройств.	**3**	**2**	**1**			

Тема 1. Введение. Назначение и принцип действия	**1**	**1**	**0**			
Тема 2. Классификация передатчиков. Основные направления развития передатчиков. Основные технические характеристики приемопередающих устройств	**2**	**1**	**1**			
Раздел 2. Функциональные и обобщенные структурные схемы	**12**	**6**	**6**			
Тема 3. Назначение приемопередающих устройств различных диапазонов волн.	**4**	**2**	**2**			
Тема 4. Требования, предъявляемые к передатчикам различного назначения.	**4**	**2**	**2**			
Тема 5. Особенности построения функциональных и структурных схем РПДУ.	**4**	**2**	**2**			
Раздел 3. Функциональные узлы ВЧ тракта	**4**	**2**	**2**			
Тема 6. Частотный Смеситель	**2**	**1**	**1**			
Тема 7. Делители и сумматоры	**2**	**1**	**1**			
Раздел 4. Генератор с внешним возбуждением	**4**	**2**	**2**			
Тема 8. Назначение и принцип действия ГВВ	**2**	**1**	**1**			
Тема 9 Особенности работы транзисторных ГВВ	**2**	**1**	**1**			
Раздел 5. Режимы работы генератора с колебаниями первого и второго рода	**6**	**3**	**3**			
Тема 10. Особенности основных режимов работы ГВВ	**3**	**1**	**1**			

Тема 11. Режим линейного усиления	**2**	**1**	**1**			
Тема 12. Режимы усиления с отсечкой выходного тока.	**2**	**1**	**1**			
Раздел 6. Гармонический анализ импульсов выходного тока	**5**	**3**	**2**			
Тема 13. Составляющие косинусоидального импульса	**2**	**1**	**1**			
Тема 14.Энергетические показатели основных режимов работы ГВВ	**3**	**2**	**1**			
Раздел 7. Сложение мощностей генераторов	**6**	**2**	**4**			
Тема 15. Необходимость сложения мощностей, Требования к схемам сложения	**3**	**1**	**2**			
Тема 16. Различные способы сложения мощностей. Влияние частотного диапазона на способы сложения мощностей	**3**	**1**	**2**			
Раздел 9. Фильтры	**4**	**1**	**3**			
Тема 15. Виды и принцип работы.	**4**	**1**	**3**			
Модуль 2						
Раздел 10. Выходные каскады передатчиков	**4**	**2**	**2**			
Тема 16. Требования, предъявляемые к выходным каскадам передатчика. Простая схема выходного каскада.	**2**	**1**	**1**			
Тема 17. Сложная схема выходного каскада. Выходные фильтрующие системы. Схемная реализация выходного каскада.	**2**	**1**	**1**			

Раздел 11. Автогенераторы. Режимы самовозбуждения автогенераторов	**8**	**4**	**4**			
Тема 18. Принцип получения колебаний радиочастоты. Условия самовозбуждения.	**2**	**1**	**1**			
Тема 19. Трехточечные схемы автогенераторов. Колебательные характеристики автогенератора.	**2**	**1**	**1**			
Тема 20. Мягкий режим самовозбуждения. Жесткий режим самовозбуждения.	**2**	**1**	**1**			
Тема 21. Синтезаторы. Принцип работы	**2**	**1**	**1**			
Раздел 13. Модуляция. Виды модуляции	**8**	**2**	**4**			
Тема 22. Общие сведения о модуляции. Амплитудная модуляция.	2	-	1			
Тема 23. Угловая модуляция. Сжатие динамического диапазона при модуляции.	3	1	1			
Тема 24. Общие сведения о цифровых модуляциях.	2	-	2			
Тема 25. Общие сведения о импульсных модуляциях	2	1	1			
ИТОГО	**64**	**32**	**32**			

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

(Кратко изложить форму/формы проведения семинарских занятий)

1. Классификация и стандарты систем
2. Общие принципы построения радиочастотных систем связи
3. Классификация передатчиков. Основные направления развития передатчиков. Основные технические характеристики приемопередающих устройств
4. Классификация приемников. Основные направления развития передатчиков. Основные технические характеристики
5. Принципы цифровой модуляции
6. Спектры радиосигналов в системах подвижной связи. Методы демодуляции цифровых сигналов

Примерные темы лабораторных работ

1. Ознакомление с программного пакета AWR.
2. Схема разработки каскада МШУ.
3. Различные способы сложения мощностей.
4. Система фазовой автоподстройки частоты для синхронизации
5. Модулирование и исследование двухпозиционного фазоманипулированного сигнала.
6. Моделирование и исследование четырехпозиционного фазоманипулированного сигнала.
7. Моделирование и исследование частотно-манипулированного сигнала с минимальным сдвигом.

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)*		0,4	0.4					
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
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

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

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. А.Л. Драбкин, В.Л. Зузенко, А.Г. Кислов. Антенно-фидерные устройства. М.: Сов. радио. 1974.
2. Ю.Б. Шубарин. Антенны сверхвысоких частот. ХГУ. 1960
3. Г.З. Айзенберг. Антенны ультракоротких волн. М.: Связь. 1987.
4. К. Ротхаммель, А. Кришке. Антенны. Том 1 и 2. М: Данвел.2005.
5. Ramesh Garg and et. Microstrip antenna design handbook. Boston – London: Artech House. 2001.
6. Г.П. Грудинская. Распространение радиоволн. М.: Высшая школа. 1967.
7. Р.С. Хансен. Сканирующие антенные системы СВЧ. В 3-х томах. Пер. С англ.,М: Сов. Радио, 1966

г) Другие источники:

1. Хенл Х. Мауэ А. Вестфаль К. „Теория дифракции” М: Мир 1964.
2. Корнблит С. „СВЧ оптика. Оптические принципы в приложении к конструированию СВЧ антенн” М: Связь 1980г.
3. „Антенны и устройства СВЧ (проектирование ФАР)” Под редакцией Д.И. Воскресенского М: Радио и связь 1981г.
4. Воскресенский Д.И и др. «Автоматизированное проектирование антенн и устройств СВЧ» М: Радио и связь 1988г.
5. “Проблемы антенной техники”, под редакцией Л. Д. Бахраха и Д. И. Воскресенского, Москва,1989 г

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. Основные параметры антенн. Коэффициент использования поверхности.

4. Основные параметры антенн. Температура собственных шумов.

5. Теория излучения антенн. Принцип Гюйгенса-Кирхгофа.

6. Теория излучения антенн. Понятие о зонах.

7. Теория излучения антенн. Принцип эквивалентности.

8. Теория излучения антенн. Принцип Бабине.

9. Теория излучения антенн. Принцип подобия. Принцип взаимности.

10. Теория излучения антенн. Принцип двойственности.

11. Теория излучения антенн. Излучение прямоугольного раскрыва (синфазного и несинфазного).

12. Теория излучения антенн. Излучение круглого раскрыва.

13. Элементарный электрический излучатель.

14. Вибраторная антенна. Штыревая антенна.

15. Вибраторная антенна. Устройства согласования.

16. Рупорная антенна.

17. Линзовая антенна.

18. Открытый конец волновода. Волноводно-щелевая антенная решетка.

19. Зеркальная параболическая антенна.

20. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов частот.

21. Распространение радиоволн в пределах прямой видимости.

22. Распространение радиоволн в тропосфере.

23. Распространение радиоволн в ионосфере.

24. 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 «Радиочастотные системы связи» непосредственно связана с разработкой индивидуальных проектов. Студенты заранее уведомляются о требованиях относительно формата окончательного результата проекта.