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.01 Программноопределяемые радиосистемы

Автор (ы) ***к.т.н., доцент Сиволенко Э. Р.***
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. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Курс посвящен знакомству с идеями программно-определяемых радиосистем (Software Defined Radio) и платформой National Instruments для быстрой разработки программноаппаратных платформ Интернета вещей и радиосистем. Данный курс формирует компетенции в области разработки и применения систем радиосвязи, мониторинга эфира, радиолокации и радиоэлектронной борьбы. В ходе курса обучающиеся познакомятся с возможностями программно-определяемых радиосистем для решения широкого круга задач, особенностями быстрой разработки систем с помощью интегрированного использования программных и аппаратных продуктов, таких как LabVIEW, LabVIEW FPGA, NI USRP RIO, NI FlexRIO. Практические занятия заключаются разработке собственных программно-определяемых радиосистем в рамках концепции Интернета вещей на основе реконфигурируемой системы с ПЛИС NI USRP RIO.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет); зачет, 108 3 кредита, самостоятельная работа – 74 ,1 модуль

1.3. 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)*
УК-6	***Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки***	***УК 6.1***	**Знает** методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.
		УК-6.2	**Умеет** решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности, применять методики самооценки и самоконтроля, применять методики,

		УК-6.3	позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности. **Владеет** технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни.
ПК-3	***Способен самостоятельно собирать и анализировать исходные данные с целью формированию плана развития, выработке и внедрению научно обоснованных решений по оптимизации сети связи.***	***ПК-3.1***	**Знает** методы и подходы к формированию планов развития сети, средства сбора и анализа исходных данных для развития и оптимизации сети связи.
		ПК-3.2	**Умеет** применять современные методы исследований с целью создания перспективных сетей связи, осуществлять поиск, анализировать и оценивать информацию, необходимую для эффективного выполнения задачи планирования.
		ПК-3.3	**Владеет** навыками выбора технологий для предоставления услуг связи, расчета экономической эффективности принимаемых технических решений, навыками анализа качества работы технических средств связи.
ПК-9	***Способен к администрированию процесса поиска и диагностики ошибок сетевых устройств и программного обеспечения***	***ПК-9.1***	**Знает** общие принципы функционирования и архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети
		ПК-9.2	**Умеет** пользоваться контрольно-измерительными приборами и аппаратурой, анализировать сообщения об ошибках в сетевых

		ПК-9.3	устройствах и операционных системах. **Владеет** навыками мониторинга установленных сетевых устройств и программного обеспечения, выявления и устранения сбоев и отказов сетевых устройств.

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

В рамках данного курса рассматриваются основные понятия, лежащие в основе программного обеспечения сетей; настройка и администрирование сети, определенной программным обеспечением; ключевые инструменты и утилиты, необходимые для управления SDN в виртуальной сети и области их применения.
Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: Введение в технологии Интернета вещей и киберфизических систем,
Основы работы в NI LabView

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах) ***(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.:	**108**	**108**					
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**32**	**32**					
1.1.1. Лекции	**16**	**16**					
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.							
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов							
1.1.2.2. Кейсы							
1.1.2.3. Деловые игры, тренинги							
1.1.2.4. Контрольные работы							
1.1.2.5. 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.:	**76**	**76**					
1.2.1.1.Эссе и рефераты	**30**	**30**					
1.2.1.2.Другое (указать)							
1.3. Консультации	**16**	**16**					
1.4. Подготовка к зачету	**30**	**30**					
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**зачет**	**зачет**					

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)**	**Семинары (ак. часов)**	**Лабор. (ак. часов)**
1	**2=3+4+5+6+7**	**3**	**4**	**5**	**6**
Тема 1 Основы радиотехники и радиосистем	**4**	**2**			**2**
Тема 2 Цифровая обработка сигналов (DSP) в SDR	**4**	**2**			**2**
Тема 3 Архитектура SDR	**4**	**2**			**2**
Тема 4 Программное обеспечение для SDR	**5**	**3**			**2**
Тема 5 Применение SDR в различных областях	**4**	**2**			**2**
Тема 6 Стандарты и нормативные требования	**5**	**2**			**3**
Тема 7 Исследования и инновации в SDR	**6**	**3**			**3**
ИТОГО	**32**	**16**			**16**

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Тема 1 Основы радиотехники и радиосистем:

- Принципы работы радиосистем.
- Основные характеристики радиосигналов (частота, амплитуда, фаза).
- Типы модуляции и их применение в радиосвязи.

Тема 2 Цифровая обработка сигналов (DSP) в SDR:

- Основы цифровой обработки сигналов.
- Преобразование Фурье и его применение в SDR.
- Цифровые фильтры и их роль в обработке сигналов.

Тема 3 Архитектура SDR:

- Аналоговые и цифровые компоненты SDR.
- Программно-определяемые элементы SDR.
- Роль программного обеспечения в SDR.

Тема 4 Программное обеспечение для SDR:

- Программные платформы для разработки SDR (например, GNU Radio, MATLAB, Python).
- Разработка и отладка программного обеспечения для SDR.

Тема 5 Применение SDR в различных областях:

- Беспроводные коммуникации (радиосвязь, сети связи, интернет вещей).
- Радиолокация и радионавигация.
- Безопасность и криптография.
- Исследования спектральной эффективности и управления радиочастотным спектром.

Тема 6 Стандарты и нормативные требования:

- Спецификации и стандарты в области SDR.
- Регулирование использования радиочастот и совместимость с другими системами.

Тема 7 Исследования и инновации в SDR:

- Новейшие технологии и тенденции в области SDR.
- Исследовательские работы и разработки в области улучшения производительности и функциональных возможностей SDR.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Эти темы и задания могут адаптироваться в зависимости от уровня студентов и особенностей курса. Лабораторные работы и практические занятия должны

акцентировать внимание на практическом применении знаний и навыков, необходимых для работы с программно-определяемыми радиосистемами.

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)*			1	1				
Устный опрос *(при наличии)*	1	1						
Тест *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*								
Письменные домашние задания *(при наличии)*								
Реферат *(при наличии)*								
Эссе *(при наличии)*								
Проект *(при наличии)*								
Другие формы (при наличии)								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5		

[1] Учебный Модуль

Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.5
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0.5
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

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

3.1. Материалы по теоретической части курса

1. Учебник(и); DIGITAL COMMUNICATION Digital-Communication.pdf
2. Учебные презентации и курс лекций;

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

Подготовка презентаций после каждого урока/лекций

4.1. Перечень экзаменационных вопросов

Основы

1. Что такое программно определяемое радио (SDR)?
2. Основные принципы работы SDR
3. Отличие SDR от традиционных радиосистем
4. Области применения SDR

Архитектура и компоненты

5. Структура SDR-приёмника
6. Структура SDR-передатчика

7. Роль АЦП и ЦАП
8. Типы архитектур (прямая выборка, супергетеродин)
9. Аппаратные платформы SDR (RTL-SDR, USRP)
10. Интерфейсы передачи данных

Цифровая обработка сигналов

11. Понятие цифровой обработки сигналов (DSP)
12. Дискретизация сигналов
13. Теорема Найквиста
14. Квантование и ошибки квантования
15. FFT и её применение
16. Спектральный анализ
17. Цифровые фильтры

Сигналы и модуляция

18. Основные виды модуляции (AM, FM, PSK, QAM)
19. Демодуляция сигналов
20. Квадратурные компоненты (I/Q)
21. Когерентный и некогерентный приём

Канал связи

22. Шум в радиосистемах
23. Отношение сигнал/шум (SNR)
24. Затухание сигнала
25. Многолучевое распространение
26. Канальные модели

Передача данных

27. Кодирование и коррекция ошибок
28. BER (битовая ошибка)
29. Синхронизация в системах связи
30. Спектральная эффективность

Современные технологии

31. SDR в Wi-Fi, LTE, 5G

32. MIMO-технологии

33. Когнитивное радио

34. Динамическое управление спектром

35. Адаптивные радиосистемы

Реализация и практика

36. Программные среды (GNU Radio, MATLAB)

37. Реализация на FPGA и DSP

38. Энергопотребление SDR

39. Проблемы реального времени

40. Примеры практического применения

Безопасность и анализ

41. Безопасность радиосистем

42. Анализ радиосигналов

43. Радиоперехват

Помехи и методы их подавления

4.2. Образцы экзаменационных билетов

МОО ВО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление: Инфокоммуникационные технологии и системы связи (магистратура)
Дисциплина: Программноопределяемые радиосистемы

Билет № **

1. Что такое программно определяемое радио (SDR) и его основные принципы
2. Структура типичного SDR-приёмника.

Зав. кафедрой Телеком. **Э.Р. Сиволенко**

5. Методический блок

5.1. 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.