МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра цифровых технологий и машинного обучения

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

.

Рабочая программа дисциплины
«Сети и системы радиосвязи»

Направление подготовки
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)
Искусственный интеллект и инфокоммуникации

Форма обучения
очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Сети и системы радиосвязи» является:

1) получение необходимых знаний по устройству и функционированию современных систем радиосвязи;
2) получение навыков расчета, моделирования и анализа современных систем радиосвязи.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору.

Для изучения дисциплины требуется знание теория связи и основ построений телекоммуникационных систем и сетей, изучаемых в дисциплинах «Теоретические основы радиотехники» и «Основы построений инфокоммуникационных систем и сетей».

В свою очередь данная дисциплина, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для ряда других дисциплин профессионального цикла, связанных с изучением технологий передачи сообщений: «Сети связи», «Цифровые системы передачи», «Системы документальной электросвязи», «Беспроводные сети связи».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Профессиональные компетенции		
ПК-2 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью модернизации существующих и (или) создания новых перспективных средств инфокоммуникаций	ИД_ПК-2.3 Проводит теоретические исследования телекоммуникационных устройств, систем и сетей	***Знать***: - основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, - особенности передачи различных сигналов по радиоканалам и трактам инфокоммуникационных систем. ***Уметь:*** - формулировать основные технические требования к инфокоммуникационным сетям и системам, - оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новых инфокоммуникационных технологий. ***Владеть навыками:*** - использования основных приемов обработки экспериментальных данных с применением стандартного программного обеспечения, пакетов программ общего и специального назначения.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 акад. часов.

Очная форма обучения

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Классификация сетей и систем радиосвязи	5	1					4	Устный опрос
2	Радиорелейные линии связи	5	2	4				4	Устный опрос
3	Спутниковые сети и системы связи	5	2	4				8	Устный опрос
4	Сети транкинговой связи	5	2	4				4	Устный опрос
5	Принцип сотовой архитектуры сети	5	2	4				4	Устный опрос
6	Сети мобильной связи с коммутацией каналов: GSM и CDMA	5	2	4				6	Устный опрос Контрольная работа № 1
7	Сети мобильной связи со смешанной коммутацией, сети третьего поколения (3G)	5	2	4				8	Устный опрос
8	Сети мобильной связи с коммутацией пакетов, сети четвертого поколения (4G)	5	2	6				7,7	Устный опрос
9	Когнитивные радиосистемы	5	2	4				7	Устный опрос Контрольная работа № 2
							0,3		Зачет
	Всего с зачетом		**17**	**34**		**4**	**0,3**	**52,7**	

Содержание разделов дисциплины

Тема №1

Классификация сетей и систем радиосвязи

1. По назначению
2. По степени подвижности абонентов и РЭС

3. По размеру области обслуживания
4. По месту использования РЭС
5. По наличию подключения к сетям общего пользования
6. По области применения

Тема №2

Радиорелейные линии связи

1. Радиорелейные линии связи (РРЛ). Общие положения
2. Классификация РРЛ
3. Диапазоны частот РРЛ
4. Методы модуляции, используемые в РРЛ
5. Принципы построения РРЛ
6. Конструктивное исполнение
7. Современное модемное оборудование
8. Резервирование

Тема №3

Спутниковые сети и системы связи

1. Классификация систем спутниковой связи
2. Типы орбит и их основные характеристики
3. Станции спутниковой связи VSAT
4. Система SCPC
5. TES-система
6. Система PES

Тема №4

Сети транкинговой связи

1. Основные характеристики цифровых транкинговых систем
2. Общие сведения о стандартах цифровой транкинговой радиосвязи
3. Сравнительный анализ стандартов цифровой транкинговой радиосвязи

Тема №5

Принцип сотовой архитектуры сети

1. Сеть радиодоступа
2. Опорная сеть

Тема №6

Сети мобильной связи с коммутацией каналов: GSM и CDMA

1. Кодирование
2. Многостанционный доступ
3. Управление мощностью
4. Борьба с многолучевостью

Тема №7

Сети мобильной связи со смешанной коммутацией, сети третьего поколения (3G)

1. Технология UMTS

2. Подсистема коммутации
3. Подсистема базовых станций

Тема №8
Сети мобильной связи с коммутацией пакетов, сети четвертого поколения (4G)

1. Технология LTE
2. Архитектура сети
3. Формирование канала «вниз»
4. Формирование канала «вверх»

Тема №9
Когнитивные радиосистемы

1. Принцип «белых окон»
2. Основные алгоритмы когнитивных радиосистем
3. Определение системы с программируемыми параметрами
4. Географическая привязка параметров формирования канала

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения соответствующей дисциплине используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекциях и в результате самостоятельной подготовки знаний.

Консультация – занятие перед проведением зачета, на котором проводится консультирование по изученному материалу, формам заданий итогового контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Телекоммуникационные системы и сети: учеб. пос. в 3-х томах – Т. 2: Радиосвязь, радиовещание, телевидение / Под ред. В.П. Шувалова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. 672 с.

б) дополнительная литература

1. Радиосвязь / О.В. Головин, Н.И. Чистяков, В. Шварц и др.; под ред. О.В. Головина. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. 285 с.
2. Беспроводные линии связи и сети / В. Столлингс; [пер. с англ. А.В. Высоцкого и др.]. – М.: Вильямс, 2003. 638 с.
3. Системы мобильной связи: учебное пособие для вузов / Ипатов В.П., Орлов В.К., Самойлов И.М. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. 272 с.
4. Защита информации в системах мобильной связи: учеб. пособие для вузов / А.А. Чекалин и др.; под общ. науч. ред. А.В. Заряева и С.В. Скрыля; М-во внутренних дел РФ. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 171 с.
5. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. – М.: Эко-Трендз, 2001. 300 с.

в) ресурсы сети «Интернет»:

Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

– учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
– учебные аудитории для проведения практических занятий;
– учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
– учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
– помещения для самостоятельной работы;
– помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в аудитории для занятий лекционного типа больше либо равно списочному составу группы обучающихся.

Число посадочных мест в аудитории для практических занятий больше либо равно списочному составу группы обучающихся.

Автор:
Профессор кафедры инфокоммуникаций
и радиофизики, д.т.н. _____ А.Л. Приоров

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Сети и системы радиосвязи»

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Вопросы к первой контрольной работе:

Вариант 1.
1. Задачи и назначение систем радиосвязи.
2. Технические характеристики блоков и узлов радиосвязи.
3. Общая структурная схема системы радиосвязи.

Вариант 2.
1. Взаимосвязь блоков и узлов системы радиосвязи.
2. Миниатюризация узлов и составных блоков систем связи.
3. Общая классификация устройств и блоков систем связи.

Вопросы ко второй контрольной работе:

Вариант 1.
1. Понятие сигнала и передача информации. Виды сигналов.
2. Прохождение сигнала через радиотехнические цепи.
3. Требования к характеристикам цепей для прохождения сигнала.

Вариант 2.
1. Виды модуляции. Понятие и критерий узкополосности.
2. Помехоустойчивость амплитудно-модулированных сигналов.
3. Помехоустойчивость частотно-модулированных сигналов.

Устный опрос проводится по вопросам к зачету.

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к зачету

1. Классификация сетей и систем радиосвязи по назначению.
2. Классификация сетей и систем радиосвязи по степени подвижности абонентов и РЭС.

3. Классификация сетей и систем радиосвязи по размеру области обслуживания.
4. Классификация сетей и систем радиосвязи по месту использования РЭС.
5. Классификация сетей и систем радиосвязи по наличию подключения к сетям общего пользования.
6. Классификация сетей и систем радиосвязи по области применения.
7. Радиорелейные линии связи (РРЛ). Общие положения.
8. Классификация РРЛ.
9. Диапазоны частот РРЛ.
10. Методы модуляции, используемые в РРЛ.
11. Принципы построения РРЛ.
12. Конструктивное исполнение РРЛ.
13. Современное модемное оборудование, используемое в РРЛ.
14. Резервирование в РРЛ.
15. Классификация сетей и систем спутниковой связи.
16. Типы орбит и их основные характеристики.
17. Станции спутниковой связи VSAT.
18. Система SCPC.
19. TES-система.
20. Система PES.
21. Основные характеристики цифровых транкинговых систем.
22. Общие сведения о стандартах цифровой транкинговой радиосвязи.
23. Сравнительный анализ стандартов цифровой транкинговой радиосвязи.
24. Принцип сотовой архитектуры сети. Сеть радиодоступа.
25. Принцип сотовой архитектуры сети. Опорная сеть.
26. Кодирование в сетях мобильной связи с коммутацией каналов.
27. Многостанционный доступ в сетях мобильной связи с коммутацией каналов.
28. Управление мощностью в сетях мобильной связи с коммутацией каналов.
29. Борьба с многолучевостью в сетях мобильной связи с коммутацией каналов.
30. Технология третьего поколения UMTS.
31. Подсистема коммутации в технологии UMTS.
32. Подсистема базовых станций в технологии UMTS.
33. Технология LTE.
34. Архитектура сети LTE.
35. Формирование канала «вниз» в сети LTE.
36. Формирование канала «вверх» в сети LTE.
37. Принцип «белых окон» в когнитивных радиосистемах.
38. Основные алгоритмы когнитивных радиосистем.
39. Определение системы с программируемыми параметрами.
40. Географическая привязка параметров формирования канала в когнитивных радиосистемах.

Критерии оценивания ответов на вопросы билета

Критерий	**Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)**	**Продвинутый уровень (на «хорошо»)**	**Высокий уровень (на «отлично»)**
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (не относящееся к вопросу не подлежит проверке)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко

			всем утверждениям
Содержание ответа	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий полный ответ

2. Описание процедуры выставления оценки

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Для подготовки ответа на вопрос билета отводится не менее 40 минут.

Оценка «зачтено» выставляется, если ответ на вопрос билета дан не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется, если ответ на вопрос билета дан ниже, чем на пороговом уровне.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины
«Сети и системы радиосвязи»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой усвоения учебного материала по дисциплине «Сети и системы радиосвязи» является самостоятельная работа студента, причем в достаточно большом объеме. По всем темам предусмотрены задания самостоятельной работы, на которых происходит закрепление изученного материала и отработка необходимых навыков.

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Оценка выставляется на основании уровня сформированности указанных компетенций, который оценивается как средняя оценка по совокупности параметров: оценки за самостоятельные задания и ответы на вопросы билета.

Освоить вопросы данной дисциплины самостоятельно студенту достаточно сложно. Посещение всех предусмотренных лекций и практических занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных самостоятельных занятий в течение семестра сдать зачет практически невозможно.