

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-  
шего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе, каче-  
ству образования – первый прорек-  
тор



*подпись* Т.А. Хагуров  
« 31 » мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.05 Системы и оборудование радиорелейной связи

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность

09.04.02 Информационные системы и технологии

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Системы и сети доставки цифрового контента

*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения очная, очно-заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация магистр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Системы и оборудование радиорелейной связи составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности

09.04.02 Информационные системы и технологии

код и наименование направления подготовки

Программу составил:

Ульянов В.Н., канд. техн. наук,  
доцент кафедры оптоэлектроники

  
подпись

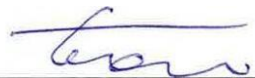
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.02 «Анализ и синтез информационных систем» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ протокол № 9 «12» апреля 2024 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники д-р техн. наук,  
профессор Яковенко Н.А.

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 5 «18» апреля 2024 г.

Председатель УМК ФТФ д-р физ.-мат. наук, профессор  
Богатов Н.М.

  
подпись

Рецензенты:

Солохненко А.М., начальник научно-производственного комплекса АО «НПК «РИТМ»

Григорьян Л.Р., Генеральный директор ООО НПФ «Мезон»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Освоение профессиональных компетенций в области построения и структуры радиорелейных линий связи.

### 1.2 Задачи дисциплины

– детальное изучение особенностей распространения радиоволн СВЧ диапазона (рефракция, интерференция), распределение энергии радиолуча, зоны Френеля в профиле интервала РРЛ;

– изучение способов модуляции, повышения спектральной эффективности радиоканала в современных стандартах связи;

– освоение теории телетрафика и механизмов управления перегрузками в сети и выбор маршрутизаторов.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1.О.05 Системы и оборудование радиорелейной связи» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. Вид промежуточной аттестации: зачёт.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2</b> Способность анализировать системные проблемы обработки информации на уровне инфокоммуникационной системы	
ПК-2.1 Знает принципы организации и функционирования современных инфокоммуникационных систем;	Знает принципы построения, технические характеристики радиосистем связи и элементную электронную базу составных частей коммуникационного оборудования Умеет применять методики оценки существенных параметров изделий и разрабатываемых компонентов, а также осуществлять подбор оборудования для экспериментальной оценки Владеет навыками работы с технологическим и экспериментальным оборудованием
ПК-2.2 Умеет собирать данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств инфокоммуникационной системы, пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий;	
ПК-2.5 Имеет навыки анализа динамики изменения показателей качества работы инфокоммуникационной системы и/или ее составляющих и на их основе разрабатывать предложения по модернизации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств.	

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц ( 144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		1 семестр (часы)	X семестр (часы)	1 семестр (часы)	X курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>46</b>	<b>46</b>			
занятия лекционного типа	30	30		14	
лабораторные занятия	16	16		16	
практические занятия					
семинарские занятия					
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2		0,2	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка	97,8	97,8		113,8	
Подготовка к текущему контролю					
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену					
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>46,2</b>	<b>46,2</b>	<b>30,2</b>	
	<b>зач. ед</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре ( очной и очно-заочной форм обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Распространение радиоволн СВЧ диапазона	24	4			20
2.	Принципы построения радиорелейных линий	40	12		8	20
3.	Модуляции в современных стандартах связи	32	8		4	20
4.	Многоканальные системы связи	28	4		4	20
5.	Элементы теории телетрафика	19,8	2			17,8
	<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>	<b>143,8</b>	<b>30</b>		<b>16</b>	<b>97,8</b>
	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю					
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Распространение радиоволн СВЧ диапазона	Распространение радиоволн в ионосфере и тропосфере. Интерференция, рефракция, зоны Френеля в профиле интервала РРЛ. Энергетические характеристики радиоканала, уравнение передачи.	Т
2.	Принципы построения радиорелейных линий	Структура РРЛ, узлы РС, аппаратура. Расчёт пролётов РРЛ.	РГЗ
3.	Модуляции в современных стандартах связи	Виды модуляции и спектральная эффективность в системах транковой, сотовой связи. Системы цифрового радио-и теле-вещания. Беспроводной доступ к Интернет.	Т
4.	Многоканальные системы связи	Системы <i>WiMAX</i> и <i>LTE</i> . <i>MIME</i> -системы.	Т
5.	Элементы теории теле-трафика	Системы обслуживания, зависящие от состояния. Формула Эрланга. Системы с ожиданием и потерями.	Т

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
2.	Принципы построения радиорелейных линий	Расчёт пролётов РРЛ.	РГЗ
3.	Модуляции в современных стандартах связи	Измерение характеристик линий передачи, фильтров и усилителя	ЛР
4.	Многоканальные системы связи	Физический уровень радиотелекоммуникаций в современных сетевых технологиях.	Реферат Опрос
5.	Элементы теории теле-трафика	Теория телетрафика в современных сетевых технологиях	Реферат Опрос

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического) материала, подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту и вопросам)	Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы магистров направления подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
2	Подготовка к текущему контролю	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Системы и оборудование радиорелейной связи».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ПК-2.1 Знает принципы организации и функционирования современных инфокоммуникационных систем;	Знает принципы построения, технические характеристики радиосистем связи и элементную электронную базу составных частей коммуникационного оборудования	Опрос	Вопросы на зачёте

<p>ПК-2.2 Умеет собирать данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств инфокоммуникационной системы, пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий;</p> <p>ПК-2.5 Имеет навыки анализа динамики изменения показателей качества работы инфокоммуникационной системы и/или ее составляющих и на их основе разрабатывать предложения по модернизации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств.</p>	<p>Умеет применять методики оценки существенных параметров изделий и разрабатываемых компонентов, а также осуществлять подбор оборудования для экспериментальной оценки</p>	<p>Опрос, ЛР, РГЗ</p>	
	<p>Владеет навыками работы с технологическим и экспериментальным оборудованием</p>	<p>Опрос, ЛР</p>	

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **Графические расчетные работы**

#### **Контрольные вопросы по учебной программе**

Пример контрольных вопросов, используемых при текущем контроле по разделу «Принципы построения радиорелейных линий»:

1. Внешние шумы, шум антенны, шум приёмника. Чувствительность приёмника.
2. Рефракция в профиле интервала РРЛ.
3. Зоны Френеля в профиле интервала РРЛ.
4. Интерференция сигналов.
5. Структура РРЛ. Оконечные, промежуточные и узловые РРС.
6. Распределение частот в РРЛ.
7. Структура внутреннего оборудования РРС.
8. Структура внешнего оборудования РРС.

#### **Критерии оценивания результатов обучения**

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший

	все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для студентов вузов / В. А. Галкин. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 432 с. : ил
2. Каганов В. И. Основы радиоэлектроники и связи : учебное пособие для студентов вузов / В. И. Каганов, В. К. Битюков. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 542 с. : ил.

**Дополнительная литература:**



1. Каменский Н.Н., Мондель А.М., Надененко Б.С. Справочник по радиорелейной связи / под ред. С.В. Бородича. Изд. 2-е, перераб. и доп. -М.: Радио и связь, 1981. – 416с. Эл. ресурс: [http://www.radioscanner.ru/files/download/file10598/spravocnik\\_po\\_radiorelejnoj\\_svazi.djvu](http://www.radioscanner.ru/files/download/file10598/spravocnik_po_radiorelejnoj_svazi.djvu)
2. Лобач В.С. Расчет цифровых беспроводных систем микроволновой связи. Эл. ресурс: <http://vlobatch.narod.ru/Book/NachaloUP.htm>

## 5.2. Периодическая литература

Научная библиотека КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: проектор, компьютер	MS Windows

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: проектор, компьютер	MS Windows
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатории 205с, 207с (ул. Ставропольская, 149)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: проектор, компьютер Оборудование: дисплейный класс	MS Windows, MS Office, Visual Studio (Community)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 208С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	