

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических занятий
по дисциплине «Радиорелейные системы передачи»
для студентов направления подготовки 11.03.02
Инфокоммуникационные технологии и системы
связи
Направленность (профиль)
«Интеллектуальная обработка данных в инфокоммуникационных системах и
сетях»

Ставрополь, 2026

Оглавление

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1	4
Расчёт бюджета линии радиосвязи.....	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2	8
Расчет профиля пролета радиорелейных линий связи	8

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Расчёт бюджета линии радиосвязи

В теории связи важным понятием является канала связи. Обычно под каналом связи понимают ту часть системы связи, которая включает источник информации, устройство кодирования и модуляции, передающее устройство, физический канал (среду распространения сигнала), приемник с устройствами обработки информации и получатель информации. Анализ канал связи включает **бюджет канала** — расчет потерь энергии сигнала, связанных с физическими процессами, протекающими в устройствах с среде распространения. Бюджет — этот метод оценки, позволяющий определить достоверность передачи информации. Среда распространения или электромагнитный тракт связи, соединяющий передающее и приемное устройства называется каналом связи.

Антенны

Антенна является одним из основных элементов системы беспроводной связи. В качестве простейшей модели передающей антенны, используемой при анализе радиоканала, рассматривается изотропный излучатель — идеальная антенна, излучающая электромагнитные волны во всех направлениях равномерно. Для изотропного излучателя плотность потока мощности на расстоянии r от антенны определяется формулой

$$S(r) = \frac{P_{\Sigma}}{4\pi r^2},$$

где P_{Σ} - излучаемая мощность.

Для реальных антенн характерно неравномерное распределение излучаемой мощности в пространстве, определяемое диаграммой направленности.

В качестве численной характеристики направленных свойств антенны вводится коэффициент направленного действия — это число, которое показывает во сколько раз мощность антенны в данном направлении больше мощности излучения гипотетической изотропной антенны, отнесенной к единице телесного угла при условии равенства мощностей излучения обеих антенн.

Кроме того антенны характеризуются:

Коэффициент полезного действия — отношение мощности излучения антенны к мощности, подводимой к антенне;

Эффективная площадь антенны

$$A = \frac{\lambda^2}{4\pi} G,$$

где G — коэффициент усиления антенны.

Обычно излучаемая мощность сравнивается либо с мощностью изотропного излучателя (Effective Isotropic Radiated Power), либо с мощностью, излучаемой полуволновым диполем (Effective Radiated Power).

В первом случае — $EIRP = P \cdot G$;

Во втором случае — $ERP = P \cdot G / 1,64$;

Следовательно $ERP(dBd) = EIRP(dBi) - 2,15$ дБ.

Бюджет канала связи

Достоверность передачи информации определяется несколькими факторами, среди которых можно выделить отношение Сигнал/Шум, а также искажения сигнала, вызванные межсимвольной интерференцией. В цифровой связи вероятность ошибки зависит от нормированного отношения E_b/N_0 , где E_b - энергия одного бита, N_0 - спектральная плотность мощности шума.

Уменьшение отношения Сигнал/Шум может быть вызвано снижением мощности сигнала, повышением мощности шума или мощности сигналов, интерферирующих с полезным сигналом. Эти механизмы называются, соответственно, потерями (ослаблением) и шумом (интерференцией).

Ослабление может происходить в результате поглощения энергии сигнала, отражения части энергии сигнала или рассеяния. Существуют несколько источников шумов и интерференции — тепловой шум, галактический шум, атмосферные и промышленные помехи, перекрестные и интерферирующие сигналы от других источников.

Перечислим некоторые причины потерь:

1. Потери, связанные с ограничением полосы канала.

2. Межсимвольная интерференция.
3. Модуляционные потери.
4. Интермодуляционные потери.
5. Поляризационные потери.
6. Пространственные потери.
7. Помехи соседнего канала.
8. Атмосферные и галактические шумы.
9. Собственные шумы приемника
10. Потери в антенно-фидерном тракте.

При анализе радиоканала часто используются модель свободного пространства. В рамках этой модели предполагается, что в канале отсутствуют такие процессы, как отражение, преломление, поглощение, рассеяние и дифракция радиоволн. Если рассматривается распространение радиоволн в атмосфере, то она предполагается однородной и удовлетворяющей указанным выше условиям. Предполагается, что земная поверхность находится достаточно далеко от радио трассы, так что ее влиянием можно пренебречь. Модель свободного пространства является эталонной при анализе распространения радиоволн на различных трассах. В рамках этой модели энергия сигнала зависит только от расстояния между передатчиком и приемником и убывает обратно пропорционально квадрату расстояния.

Анализ бюджета канала начинается, как правило, с дистанционного уравнения, связывающего мощность на выходе приемного устройства с излучаемой передатчиком мощностью. На первом этапе рассматривается ненаправленная антенна, равномерно излучающая в телесном углу 4π стерадиан — изотропный излучатель.

Принимаемая мощность может быть записана в виде:

$$P_{\text{прием}} = S(r) \cdot A_{\text{прием}} = \frac{P_{\text{пер}} \cdot A_{\text{прием}}}{4\pi r^2},$$

где $A_{\text{прием}}$ - эффективная площадь приемной антенны, $P_{\text{прием}}$ - мощность на входе приемника, $P_{\text{пер}}$ - мощность передатчика, r – расстояние между передатчиком и приемником.

Вышеприведенное уравнение иногда называется дистанционным уравнением.

Для изотропных антенн дистанционное уравнение может быть записано:

$$P_{\text{прием}} = \frac{P_{\text{пер}}}{(4\pi/\lambda)^2} = \frac{P_{\text{пер}}}{L},$$

где L - суммарные потери в свободном пространстве, определяемы формулой

$$L = (4\pi/\lambda)^2.$$

Если для передачи и приема сигнала используются направленные антенны, то можно записать:

$$P_{\text{прием}} = \frac{P_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пер}} \cdot G_{\text{прием}}}{L},$$

где $P_{\text{пер}}$ - мощность, подводимая к передающей антенне, а $G_{\text{пер}}, G_{\text{прием}}$ - коэффициенты усиления передающей и приемной антенн.

Таким образом мощность на входе приемника можем записать:

$$P_{\text{прием}} = \frac{P_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пер}} \cdot G_{\text{прием}} \cdot \lambda^2}{(4\pi r)^2},$$

Обычно величину потерь в свободном пространстве измеряют в децибелах:

$$L(\text{дБ}) = 10 \lg \frac{P_{\text{пер}}}{P_{\text{прием}}};$$

$$L(\text{дБ}) = 20 \lg(4\pi \cdot r/\lambda) = 20 \lg(f) + 20 \lg(r) - 147,56.$$

ЗАДАЧА №1

Рассчитать максимальную дальность радиосвязи для системы радиосвязи. Если мощность излучения передатчика составляет 20 дБм, минимально допустимая мощность приемника -90 дБм, запас на замирания 30 дБ, коэффициенты усиления передающей и приемной антенн 20 дБ.

ЗАДАЧА №2

Для обеспечения вероятности битовой ошибки $BER = 10^{-6}$ приемнику BPSK требуется отношение $E_b/N_0 = 6\text{дБ}$, мощность теплового шума равна -93 дБм . Расстояние между передатчиком и приемником составляет 10 км . Коэффициенты усиления передающей и приемной антенн составляют 10 дБ . Необходимо определить минимальную мощность передатчика для обеспечения требуемого BER.

Домашнее задание

1. Проработать материал, касающийся распространения радиоволн в свободном пространстве.
2. Рассчитать дальность радиосвязи, если в задаче №1 изменить коэффициент усиления приёмной антенны с 20 до 30 дБ .
3. Рассчитать минимальную мощность передатчика если в задаче №2 используется QAM-16.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Расчет профиля пролета радиорелейных линий связи

Радиорелейные системы связи предназначены для создания наземных высокоскоростных линий и сетей связи на базе стационарных наземных радиорелейных линий (РРЛ).

По архитектуре (структуре) построения радиорелейные системы связи разделяются на следующие группы:

- РРЛ связи «точка - точка»;
- радиорелейные сети связи;
- радиорелейные системы «последней мили» типа «точка - многоточка».

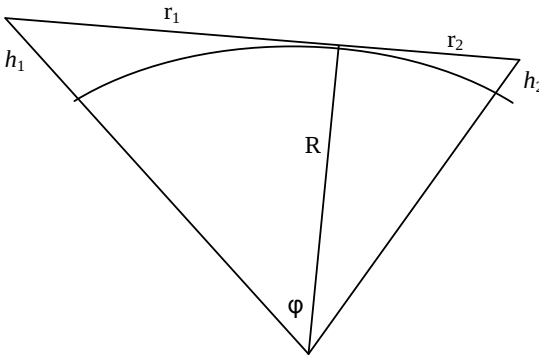
По условиям распространения радиосигналов радиорелейные системы связи классифицируются как:

- РРЛ прямой видимости;
- тропосферные РРЛ;
- радиорелейные системы связи с использованием ретрансляторов на стратосферных платформах и летно-подъемных средствах.

РРЛ связи «точка - точка» дополняют системы с ВОЛС. В настоящее время до скорости передачи 155Мбит/с РРЛ дешевле ВОЛС. РРЛ широко используются для создания магистральных линий связи, а также высокоскоростных линий связи в городах, горных и труднодоступных местностях.

РРЛ со скоростями передачи информации в стволе до 10 Мбит/с относятся к системам малой емкости. РРЛ со скоростями передачи информации в стволе от 10 до 100 Мбит/с относятся к системам средней емкости, а со скоростью более 100 Мбит/с – к системам большой емкости.

Расстояние прямой видимости



Выведем зависимость расстояния прямой видимости без учета рефракции:

$$\cos \varphi = \frac{R}{R + h_1} \sim 1 - h_1 / R;$$

$$\cos \varphi \sim 1 - \varphi^2 / 2 \quad \text{if } \varphi \ll 1;$$

$$r_1 = \varphi R = \sqrt{2h_1 R};$$

$$r_2 = \sqrt{2h_2 R};$$

$$r = r_1 + r_2 = \sqrt{2R} (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2});$$

$$r = 3.57 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2});$$

где $R = 6378 \text{ км}$; h_1, h_2 в метрах.

В зависимости от величины просвета интервалы подразделяются на следующие:

Открытые, для которых $H > H_0$, где H_0 , м, соответствует радиусу минимальной зоны Френеля:

$$H_0 = \frac{1 \cdot \lambda \cdot R_1 \cdot (R - R_1)}{3 \cdot R} = \frac{1}{3} \lambda \cdot R \cdot K_{\text{тр}} (1 - K_{\text{тр}}).$$

Полуоткрытые, для которых $H_0 \geq H > 0$;

Закрытые, для которых $H < 0$.

Определяют относительный просвет на трассе:

$$p(g) = H(g)/H_0$$

Основным критерием для расчета высоты подвеса антенн на пролете является условие отсутствия экранировки препятствиями минимальной зоны Френеля при субрефракции радиоволн. Известно, что основная часть энергии передатчика распространяется в сторону приемной антенны внутри минимальной зоны Френеля, представляющий эллипсоид вращения с фокусами в точках передающей и приемной антенн.

Построение и анализ профиля радиорелейного интервала производят в порядке указанном ниже в соответствии с [1].

Рассчитывается эквивалентный радиус Земли a_3 , м,

$$a_3 = \frac{6370000}{1 - 3185000 \cdot g}, \quad (4.1)$$

где g - значение эффективного вертикального градиента диэлектрической проницаемости воздуха, 1/м.

Рассчитывается линия условного нулевого уровня на интервале длиной:

$$y = \frac{R^2}{2 \cdot a_3} \cdot K_i (1 - K_i), \quad (4.2)$$

где $K_i = \frac{R_i}{R}$ - относительная координата текущей i -ой точки;

R_i - расстояние до текущей точки, м.

Используя множество значений из таблицы, наносятся высотные отметки рельефа местности относительно условного нулевого уровня. Соединяя высотные отметки отрезками линий, строится профиль рельефа местности.

В соответствии с заданными высотами антенн h_1 , h_2 , ставятся на точках 0 и R соответствующие высоты антенн относительно профиля местности и соединяются прямой линией.

Определяется просвет трассы $H(g)$, как минимальная разность высот между профилем радиорелейного интервала и прямой, соединяющей центры левой и правой антенн, с высотами h_1 , h_2 соответственно [3]:

$$H(g) = H(0) + \Delta H(g), \quad (4.3)$$

где $H(0)$ - значение просвета при отсутствии рефракции, определяемое из профиля местности;

$\Delta H(g)$ - приращение просвета при изменении g .

$$\Delta H(g) = -\frac{R^2}{4} \cdot g \cdot K_{\text{тр}} \cdot (1 - K_{\text{тр}}), \quad (4.4)$$

где $K_{\text{тр}}$ - относительная координата наивысшей точки профиля пролета.

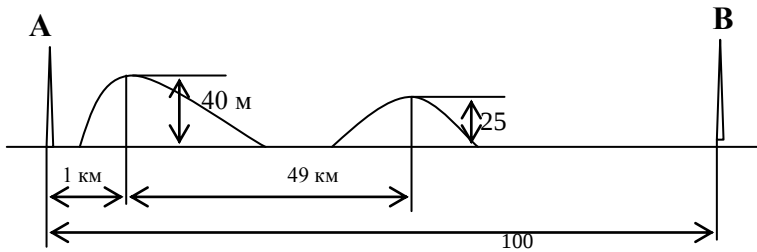
ЗАДАЧА №1

Для пролета радиорелейной линии, показанного на рисунке, без учета рефракции радиоволн в атмосфере определите минимальную высоту подвеса антенн при условиях:

Длина волны $\lambda = 10$ см.

Высоту антенн в точках А и В принять равными.

Поясните методику расчета.



ЗАДАЧА №2

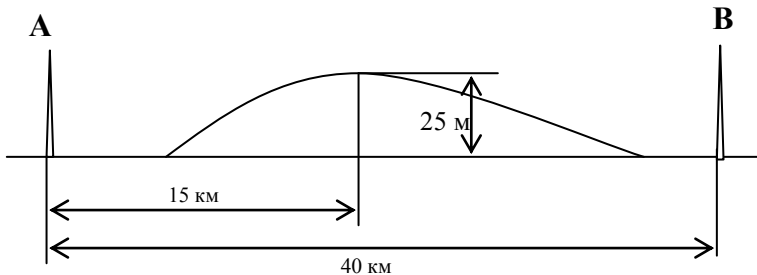
Для пролета радиорелейной линии, показанного на рисунке, определите минимальную высоту подвеса антенн при условиях:

Длина волны $\lambda = 5$ см.

Вертикальный градиент диэлектрической проницаемости $g = -8.0 \cdot 10^{-8}$ 1/м.

Высоту антенн в точках А и В принять равными.

Поясните методику расчета.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Радиорелейные системы передачи» для
студентов направления подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)

«Интеллектуальная обработка данных в инфокоммуникационных
системах и сетях»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	9
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА	12
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	13
4. ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ЛИТЕРАТУРЫ	14
5. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕСТЫ ДЛЯ САМОТЕСТИРОВАНИЯ, ПОДГОТОВКИ К ТЕСТИРОВАНИЮ	18
6. КОМПЛЕКТ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ	22

ВВЕДЕНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся набора компетенций, позволяющих обеспечить:

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень и самостоятельного изучения новых принципов построения и функционирования радиорелейных систем передачи и методов их исследования;
- способность самостоятельного приобретения с помощью информационных технологий и использования в практической деятельности новых знаний и умений в области радиорелейных систем передачи;
- способность на практике применять стандарты радиорелейных систем передачи по вопросам: назначения, распределения и использования радиочастотного спектра наиболее эффективным образом; планирования, назначения и учета рабочих частот; выдачи разрешений на использование частот и контролю их осуществления.

Задачи освоения дисциплины:

- 1) изучение основ построения абонентского радиointерфейса, интерфейса с сетями общего пользования и применения пространственной обработки в радиорелейных системах передачи;
- 2) изучение стандартов локальных и городских радиорелейных систем передачи;
- 3) изучение радиорелейных систем передачи радиодоступа к телефонной сети общего доступа, радиотелефонной связи, персональных сетей радиодоступа;
- 4) изучение организации управления радиорелейных систем передачи и обеспечения их безопасности, а также применение систем радиодоступа в телекоммуникационных системах.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Радиорелейные системы передачи» относится к части «ФТД.Факультативные дисциплины», ФТД.В.07. Ее освоение происходит в 7 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1. Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	ИД-1ПК-1 понимает и ориентируется в принципах построения и работы сетей связи, в том числе их составляющих подсистем, и протоколов сигнализации, стандартах качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в сетях связи, в Законодательстве Российской Федерации в области связи.	Понимает и ориентируется в принципах построения и работы сетей связи, в том числе их составляющих подсистем, и протоколов сигнализации, стандартах качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в сетях связи, в Законодательстве Российской Федерации в области связи.
	ИД-2ПК-1 анализирует статистические параметры трафика, вырабатывает решения по оперативному	Анализирует статистические параметры трафика, вырабатывает решения по оперативному

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
	переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, по применению оборудования новых технологий; изменению и корректировке параметров коммутационной подсистемы, транспортных сетей и сетей передачи данных, по организации новых и расширению имеющихся направлений связи.	переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, по применению оборудования новых технологий; изменению и корректировке параметров радиорелейной системы передачи.
	ИД-3пк-1. анализирует статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывает мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполняет расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций.	Анализирует статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывает мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполняет расчет пропускной способности радиорелейной системы передачи.
	ИД-4пк-1 разрабатывает схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, осуществляет построение и расширение коммутационной подсистемы и сетевых платформ; выполняет работы на коммутационном оборудовании, развертывает оборудование сервисных платформ, оборудование новых технологий на сети, выполняет планы по расширению существующего оборудования сетевых платформ и новых	Разрабатывает схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, осуществляет построение и расширение коммутационной подсистемы и сетевых платформ; выполняет работы на коммутационном оборудовании, развертывает оборудование сервисных платформ, оборудование новых технологий на сети, выполняет планы по расширению существующего оборудования

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
	технологий.	радиорелейной системы передачи.
ПК-2. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью со-здания новых перспективных средств инфо-коммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ИД-1ПК-2 понимает основы электротехники, сетевых технологий, принципы работы, показатели использования и функционирования телекоммуникационного оборудования, требования технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области оценки качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Понимает основы электротехники, сетевых технологий, принципы работы, показатели использования и функционирования радиорелейной системы передачи, требования технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области оценки качественных показателей работы радиорелейной системы передачи.
	ИД-2ПК-2 соблюдает требования программ и методик по проведению экспериментальных испытаний объектов и систем связи (инфокоммуникационного оборудования).	Соблюдает требования программ и методик по проведению экспериментальных испытаний объектов и систем связи радиорелейной системы передачи.
	ИД-3ПК-2 работает с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих, техническими средствами сбора и обработки данных, с различными информационными системами и базами данных	Работает с программным обеспечением, используемым при обработке информации радиорелейной системы передачи и их составляющих, техническими средствами сбора и обработки данных, с различными информационными системами и базами данных

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
	ИД-4 _{ПК-2} контролирует качественные показатели работы инфокоммуникационного оборудования в соответствии с их нормативными показателями.	Контролирует качественные показатели работы радиорелейной системы передачи в соответствии с их нормативными показателями.
	ИД-5 _{ПК-2} проводить экспериментальные исследования по имеющимся программам и методикам испытаний объектов и систем связи (инфокоммуникационного оборудования) с целью оценки их качественных показателей работы.	Проводит экспериментальные исследования по имеющимся программам и методикам испытаний объектов и систем связи радиорелейной системы передачи с целью оценки их качественных показателей работы.

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля

Объем занятий: всего: 3 з.е. 81 астр.ч.	ОФО, в астр. часах
Контактная работа:	40,5
Лекции/из них практическая подготовка	13,5 / -
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	- / -
Практических занятий/из них практическая подготовка	27 / 27
Самостоятельная работа	40,5
Формы контроля	
Экзамен	
Зачет	2
Зачет с оценкой	
Расчетно-графические работы	
Курсовые работы	
Контрольные работы	

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Общие принципы построения радиорелейных линий	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 Структурные схемы радиорелейных станций / -	3,0/3,0		4,5
2	Основные параметры сигналов, передаваемых по радиорелейным линиям	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 / -	3,0/3,0		4,5
3	Структурные схемы радиорелейных станций	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 / -	3,0/3,0		4,5

4	Помехи и искажения в аналоговых РРЛ	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 / -	3,0/3,0		4,5
5	Радиопередающие устройства аналоговых РРЛ	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 / -	3,0/3,0		4,5
6	Радиоприемные устройства аналоговых РРЛ	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 / -	3,0/3,0		4,5
7	Антенны и фидеры	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 / -	3,0/3,0		4,5
8	Цифровые радиорелейные линии	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 / -	3,0/3,0		4,5

9	Проектирование радиорелейных линий	ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	1,5 / -	3,0/3,0		4,5
	ИТОГО за семестр		13,5	27		40,5
	ИТОГО					

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора (ов)	Этап формирования компетенции (№ темы) (в соответствии с рабочей программой дисциплины)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация (текущий/промежуточный)	Тип контроля (устный, письменный или с использованием технических средств)	Наименование оценочного средства
7 семестр					
ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	Темы № 1–9	Собеседование, оценка ответов по вопросам заданных тем	текущий	устный	вопросы для собеседования
ПК-1 ИД-1 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2} ИД-5 _{ПК-2}	Темы № 1–9	Зачетное задание (контрольная точка), выполнение индивидуальных (групповых) заданий из лабораторных работ	текущий	письменный	комплект разноуровневых заданий

2. Описание показателей и критериев оценивания на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенций, индикаторов	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
Компетенция: ПК-1				
ИД-1 _{ПК-1} понимает и ориентируется в принципах построения и работы сетей связи, в том числе их составляющих подсистем, и протоколов сигнализации, стандартах качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в сетях	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях

связи, в Законодательстве Российской Федерации в области связи.			незначительные ошибки	
ИД-2ПК-1 анализирует статистические параметры трафика, вырабатывает решения по оперативному переконфигурированию сети, изменению параметров коммутационной подсистемы, сетевых платформ, по применению оборудования новых технологий; изменению и корректировке параметров коммутационной подсистемы, транспортных сетей и сетей передачи данных, по организации новых и расширению имеющихся направлений связи.	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях
Компетенция: ПК-2				
ИД-1ПК-2 понимает основы электротехники, сетевых технологий, принципы работы, показатели использования и функционирования телекоммуникационного оборудования, требования технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области оценки качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях
ИД-2ПК-2 соблюдает требования программ и методик по проведению экспериментальных испытаний объектов и систем связи (инфокоммуникационного оборудования).	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях

			незначительные ошибки	
ИД-3пк-2 работает с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих, техническими средствами сбора и обработки данных, с различными информационными системами и базами данных	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях
ИД-4пк-2 контролирует качественные показатели работы инфокоммуникационного оборудования в соответствии с их нормативными показателями.	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях
ИД-5пк-2 проводить экспериментальные исследования по имеющимся программам и методикам испытаний объектов и систем связи (инфокоммуникационного оборудования) с целью оценки их качественных показателей работы.	Не может выполнить задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет на репродуктивном уровне задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции	Выполняет в стандартных ситуациях задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, допуская незначительные ошибки	Выполняет в полном объеме задачи, относящиеся к данному индикатору достижения компетенции, в том числе в нестандартных ситуациях

Описание шкалы оценивания

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля.

Текущий контроль

Рейтинговая оценка знаний студента (в случаях, предусмотренных нормативными актами СКФУ).

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
7 семестр			
1	Зачетное занятие по ЛР № 1–3 с проверкой выполнения разноуровневых индивидуальных заданий.	7	12

2	Зачетное занятие по ЛР № 4–6 с проверкой выполнения разноуровневых индивидуальных заданий.	13	18
3	Зачетное занятие по ЛР № 7–10 с проверкой выполнения разноуровневых индивидуальных заданий. Собеседование по результатам самостоятельного изучения литературы.	17	25
	Итого за 7 семестр:		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

<i>Уровень выполнения контрольного задания</i>	<i>Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)</i>
<i>Отличный</i>	<i>100</i>
<i>Хороший</i>	<i>80</i>
<i>Удовлетворительный</i>	<i>60</i>
<i>Неудовлетворительный</i>	<i>0</i>

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от 20 до 40 ($20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$), оценка меньше 20 баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

Итоговая оценка по дисциплине, изучаемой в одном семестре, определяется по сумме баллов, набранных за работу в течение семестра, и баллов, полученных при сдаче экзамена:

*Шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине
в оценку по 5-балльной системе*

<i>Рейтинговый балл по дисциплине</i>	<i>Оценка по 5-балльной системе</i>
88 – 100	Отлично
72 – 87	Хорошо
53 – 71	Удовлетворительно
< 53	Неудовлетворительно

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он выполняет в полном объеме прикладные практические задачи профессиональной деятельности в области сетей и систем

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если он выполняет прикладные практические задачи профессиональной деятельности в области сетей и систем радиодоступа, определяет общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств сетей и систем радиодоступа, определяет архитектуры аппаратных, программных и программно-аппаратных средств сетей и систем радиодоступа, использует стандарты в области телекоммуникаций для программно-конфигурируемых сетей и систем радиодоступа, применяет методы теоретических и экспериментальных исследований с использованием компьютерного моделирования, выполнения технических расчетов с применением средств вычислительной техники для сетей и систем радиодоступа, использует принципы функционирования сетей и систем радиодоступа, определяет состояние и перспективы развития сетей и систем радиодоступа, разрабатывает предложения по модернизации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств для сетей и систем радио-доступа.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он с трудом выполняет прикладные практические задачи профессиональной деятельности в области сетей и систем радиодоступа, определяет общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств сетей и систем радиодоступа, определяет архитектуры аппаратных, программных и программно-аппаратных средств сетей и систем радиодоступа, использует стандарты в области телекоммуникаций для программно-конфигурируемых сетей и систем радиодоступа, применяет методы теоретических и экспериментальных исследований с использованием компьютерного моделирования, выполнения технических расчетов с применением средств вычислительной техники для сетей и систем радиодоступа, использует принципы функционирования сетей и систем радиодоступа, определяет состояние и перспективы развития сетей и систем радиодоступа, разрабатывает предложения по модернизации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств для сетей и систем радио-доступа.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он не выполняет прикладные практические задачи профессиональной деятельности в области сетей и систем радиодоступа, определяет общие принципы функционирования аппаратных, программных и программно-аппаратных средств сетей и систем радиодоступа, определяет архитектуры аппаратных, программных и программно-аппаратных средств сетей и систем радиодоступа, использует стандарты в области телекоммуникаций для программно-конфигурируемых сетей и систем радиодоступа, применяет методы теоретических и экспериментальных исследований с использованием компьютерного моделирования, выполнения технических расчетов с применением средств вычислительной техники для сетей и систем радиодоступа, использует принципы функционирования сетей и систем радиодоступа, определяет состояние и перспективы развития сетей и систем радиодоступа, разрабатывает предложения по модернизации аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств для сетей и систем радио-доступа.

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55.

Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставаемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущая аттестация студентов проводится преподавателями, ведущими лабораторные работы по дисциплине, в следующих формах:

— собеседование по результатам самостоятельного изучения и конспектирования литературы;

— выполнение разноуровневых заданий.

При подготовке к контрольной точке в ходе лабораторных работ студент должен:

— оформить отчет по лабораторной работе с выполненными разноуровневыми индивидуальными заданиями;

— подготовиться к ответам на вопросы собеседования по результатам самостоятельного изучения литературы.

Защита контрольной точки осуществляется путем собеседования студента с преподавателем. При собеседовании студент представляет на проверку отчет по практическому занятию. Собеседование со студентом, претендующим на оценку «отлично», проводится по вопросам и практическим заданиям повышенного уровня обучения.

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы по курсу «Радиосистемы передачи информации» приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ЛИТЕРАТУРЫ**
7 семестр

Базовый уровень:

1. Общие принципы построения радиорелейных линий
 - 1.1. Принципы радиорелейной связи
 - 1.2. Многоствольные радиорелейные линии
 - 1.3. Планы распределения частот радиорелейных линий
2. Основные параметры сигналов, передаваемых по радиорелейным линиям
 - 2.1. Параметры сигнала, передаваемого по ТФ стволу аналоговой РРЛ с ЧМ
 - 2.2. Параметры телевизионного сигнала
 - 2.3. Линейный цифровой сигнал
3. Структурные схемы радиорелейных станций
 - 3.1. Состав оборудования
 - 3.2. Промежуточные РРС аналоговых РРЛ
 - 3.2.1. Структурная схема РРС гетеродинного типа с отдельными гетеродинными трактами
 - 3.2.2. Структурная схема РРС с общим гетеродинным трактом
 - 3.2.3. Сопоставление схем по требуемой стабильности генераторов
 - 3.3. Узловые и оконечные РРС аналоговых РРЛ
 - 3.4. Организация телефонного ствола
 - 3.5. Организация телевизионного ствола
 - 3.6. Радиорелейные станции внутризоновых и местных РРЛ
 - 3.6.1. Структурные схемы РРС с демодуляцией сигнала
 - 3.6.2. Структурная схема РРС с однократным преобразованием частоты
4. Помехи и искажения в аналоговых РРЛ
 - 4.1. Переходные шумы, обусловленные паразитной ФМ
 - 4.2. Переходные шумы, вызываемые нелинейными передаточными характеристиками и АХ
 - 4.3. Тепловые шумы в ТФ канале
5. Радиопередающие устройства аналоговых РРЛ
 - 5.1. Структурная схема. Основные параметры
 - 5.2. Частотные модуляторы
 - 5.3. Преобразователи частоты радиопередающих устройств
 - 5.3.1. Принцип работы. Основные технические параметры
 - 5.3.2. Двухтактный преобразователь на мощных смесительных диодах
 - 5.3.3. Преобразователи частоты на варакторах
 - 5.4. Гетеродинные тракты
 - 5.4.1. Технические параметры
 - 5.4.2. Способы стабилизации частоты опорных АГ
 - 5.4.3. Умножители частоты
 - 5.4.4. Структурные схемы гетеродинных трактов
6. Радиоприемные устройства аналоговых РРЛ
 - 6.1. Структурная схема. Основные технические параметры
 - 6.2. Малошумящие усилители. Основные требования
 - 6.3. Преобразователи частоты радиоприемников

6.4. Усилители промежуточной частоты

6.5. Частотные демодуляторы

Повышенный уровень:

7. Антенны и фидеры

7.1. Параметры антенн

7.2. Основные типы антенн

7.2.1. Параболические антенны (ПА)

7.2.2. Рупорно-параболические антенны (РПА)

7.2.3. Двухзеркальные антенны

7.3. Схема антенно-фидерного тракта

8. Цифровые радиорелейные линии

8.1. Структурная схема цифрового ствола

8.2. Аналого-цифровой ствол радиорелейной линии

8.3. Цифровой ствол на аналоговой радиорелейной линии

8.4. Методы модуляции в ЦРРС

8.4.1. Двухпозиционные методы модуляции

8.4.2. Многопозиционные методы модуляции

8.5. Методы демодуляции в ЦРРС

8.5.1. Краткий анализ методов демодуляции

8.5.2. Способы формирования опорного колебания

8.6. Низкоскоростные цифровые радиорелейные станции

8.6.1. Классификация и общая характеристика ЦРРС

8.6.2. Аппаратура цифровых радиорелейных линий МИК-РЛ11, МИК-РЛ15, МИК-РЛ8

9. Проектирование радиорелейных линий

9.1. Рекомендации МСЭ-Р на качественные показатели радиорелейных линий

9.2. Мощность сигнала на входе приёмника. Расчёт множителя ослабления при замираниях

9.3. Расчет шумов в каналах

9.4. Методика проектирования

9.5. Особенности проектирования ЦРРЛ

Критерии оценивания компетенций:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом показана совокупность осознанных знаний по теме дисциплины, доказательно раскрыты основные положения вопроса; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. Ответ изложен литературным языком с использованием технической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. Ситуационная задача по теме решена правильно.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент дал полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием технической терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с

помощью преподавателя. Ситуационная задача по теме решена правильно, но при ее решении допущено не более одной ошибки.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент дал недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Ситуационная задача по теме решена правильно, но при ее решении допущено не более двух ошибок.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами темы. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента, или ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказался от ответа. Ситуационная задача по теме решена неправильно.

Описание шкалы оценивания

Оценка за ответы на вопросы в ходе собеседования определяется в соответствии с таблицей.

Оценка	Оценка за теоретический вопрос базового уровня	Оценка за теоретический вопрос повышенного уровня	Примечание
отлично	Отлично (хорошо)	Отлично	Оценка хорошо допускается только по вопросу базового уровня
хорошо	Хорошо (удовлетворительно)	Хорошо	Оценка удовлетворительно допускается только по вопросу базового уровня
удовлетворительно	Удовлетворительно	Удовлетворительно	
неудовлетворительно	По одному или двум вопросам получена оценка неудовлетворительно		

Согласно рейтинговой системы текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя собеседование по двум теоретическим вопросам из числа перечисленных. Один вопрос

относится к базовому уровню, а второй – к повышенному. В ходе собеседования студент имеет право пользоваться собственным конспектом.

Предлагаемые студенту вопросы позволяют проверить профессиональные компетенции ПК-1, ПК-3, ПК-4. Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в сложности вопросов по уровню обученности «понимание».

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо 33 часа в 8-м семестре. Студент должен подготовить письменные ответы на перечисленные теоретические вопросы в виде конспекта учебного материала и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При проверке задания, оцениваются активное участие в работе; уверенное владение материалом; умение четко и логично излагать свои мысли; умение творчески подходить к решению основных вопросов темы; самостоятельность мышления, полное соответствие конспекта установленным требованиям; амостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть суть проблематики собеседования.

Оценочный лист

№ п/п	Фамилия, имя студента.	Вид работы						Итог
		Работа с дополните льными источника ми информаци и	Ответы на промежу точные вопросы	Логика и научнос ть изложе ния	Формулир ование выводов и доказатель ств	Выступл ение с результат ами работы	Участие в дискуссии , умение вести диалог	
1								
2								
...								

**КОМПЛЕКТ РАЗНОУРОВНЕВЫХ ЗАДАНИЙ
ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ**

7 семестр

Базовый уровень:

1. Общие принципы построения радиорелейных линий
2. Принципы радиорелейной связи
3. Многоствольные радиорелейные линии
4. Планы распределения частот радиорелейных линий
5. Основные параметры сигналов, передаваемых по радиорелейным линиям
6. Параметры сигнала, передаваемого по ТФ стволу аналоговой РРЛ с ЧМ
7. Параметры телевизионного сигнала
8. Линейный цифровой сигнал
9. Структурные схемы радиорелейных станций. Состав оборудования
10. Промежуточные РРС аналоговых РРЛ. Структурная схема ПРС гетеродинного типа с отдельными гетеродинными трактами
11. Промежуточные РРС аналоговых РРЛ. Структурная схема ПРС с общим гетеродинным трактом
12. Промежуточные РРС аналоговых РРЛ. Сопоставление схем по требуемой стабильности генераторов
13. Узловые и оконечные РРС аналоговых РРЛ
14. Организация телефонного ствола
15. Организация телевизионного ствола
16. Радиорелейные станции внутризоновых и местных РРЛ. Структурные схемы ПРС с демодуляцией сигнала
17. Радиорелейные станции внутризоновых и местных РРЛ. Структурная схема ПРС с однократным преобразованием частоты
18. Помехи и искажения в аналоговых РРЛ. Переходные шумы, обусловленные паразитной ФМ
19. Переходные шумы, вызываемые нелинейными передаточными характеристиками и АХ
20. Тепловые шумы в ТФ канале
21. Радиопередающие устройства аналоговых РРЛ. Структурная схема. Основные параметры
22. Радиопередающие устройства аналоговых РРЛ. Частотные модуляторы
23. Преобразователи частоты радиопередающих устройств. Принцип работы. Основные технические параметры
24. Двухтактный преобразователь на мощных смесительных диодах
25. Преобразователи частоты на варакторах
26. Гетеродинные тракты. Технические параметры
27. Гетеродинные тракты. Способы стабилизации частоты опорных АГ
28. Гетеродинные тракты. Умножители частоты
29. Структурные схемы гетеродинных трактов

Повышенный уровень:

30. Радиоприемные устройства аналоговых РРЛ. Структурная схема. Основные технические параметры
31. Малошумящие усилители. Основные требования

32. Преобразователи частоты радиоприемников
33. Усилители промежуточной частоты
34. Частотные демодуляторы
35. Антенны и фидеры. Параметры антенн
36. Основные типы антенн
37. Параболические антенны (ПА)
38. Рупорно-параболические антенны (РПА)
39. Двухзеркальные антенны
40. Схема антенно-фидерного тракта
41. Цифровые радиорелейные линии. Структурная схема цифрового ствола
42. Аналого-цифровой ствол радиорелейной линии
43. Цифровой ствол на аналоговой радиорелейной линии
44. Методы модуляции в ЦРРС
45. Двухпозиционные методы модуляции
46. Многопозиционные методы модуляции
47. Методы демодуляции в ЦРРС. Краткий анализ методов демодуляции
48. Способы формирования опорного колебания
49. Низкоскоростные цифровые радиорелейные станции. Классификация и общая характеристика ЦРРС
50. Аппаратура цифровых радиорелейных линий МИК-РЛ11, МИК-РЛ15, МИК-РЛ8
51. Проектирование радиорелейных линий. Рекомендации МСЭ-Р на качественные показатели радиорелейных линий
52. Мощность сигнала на входе приёмника. Расчёт множителя ослабления при замираниях
53. Расчет шумов в каналах
54. Методика проектирования
55. Особенности проектирования ЦРРЛ

Критерии оценивания:

Критерии оценивания компетенций:

Оценка «отлично» выставляется, если студент продемонстрировал высокое умение применять полученные знания на практике через выполнение конкретного задания повышенного уровня, свободно без затруднений справился с поставленной задачей, показав владение разносторонними приемами и навыками ее выполнения, не допустил ошибок и неточностей.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент продемонстрировал умение применять полученные знания на практике через решение конкретного задания повышенного уровня, справился с поставленной задачей, показав владение необходимыми приемами и навыками ее выполнения, при этом допустил не более одной ошибки, исправленной после указания преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент продемонстрировал посредственное умение применять полученные знания на практике через решение конкретного задания повышенного уровня, с трудом справился с поставленной задачей, при этом допустил не более двух ошибок, исправленных после указания преподавателя, либо успешно выполнил задание базового уровня.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не продемонстрировал умение применять полученные знания на практике через решение конкретного задания базового уровня, не справился с поставленной задачей или допустил при ее выполнении серьезные ошибки.

Описание шкалы оценивания

Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него

не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя:

— представление оформленного отчета по лабораторной работе с выполненными разноуровневыми заданиями;

— защиту путем выполнения указанного преподавателем разноуровневого задания, причем уровень выполняемого задания определяется студентом самостоятельно.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональные компетенции ПК-1, ПК-2.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию студенту отводится в 7 семестре 40.5 часа в рамках его самостоятельной работы.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования отчетом по лабораторной работе.

Оценочный лист

№ п/п	Фамилия, имя студента.	Вид работы						Итог
		Владение методикой выполнения задания	Правильность схемотехнического моделирования	рабoтoспoсoбнoсть устройства	Точность измерений и правильность расчетов параметров и характеристик	Правильность оформления схем, графиков характеристик	Формулирование выводов, их соответствие теории	
1								
2								
...								