МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиосвязь и радиовещание

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Защищенные системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 41126

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от « 3 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент кафедра Радиоэлектроники и систем связи (РСС) _____ Д. В. Дубинин

Заведующий обеспечивающей каф. РСС _____ А. В. Фатеев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РСС _____ А. В. Фатеев

Эксперты:

Профессор кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) _____ А. С. Задорин

Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) _____ Ю. В. Зеленецкая

Согласована на портале № 41126

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

рассмотрение принципов работы и особенностей организации современных систем и устройств наземного, спутникового радиовещания и радиосвязи.

1.2. Задачи дисциплины

– ознакомление студентов с вопросами, связанными с передачей, приемом, обработкой,
– кодированием и декодированием, воспроизведением различного вида информации:
– обучение студентов комплексному техническому мышлению на примерах разбора принципов работы и построения современных электронных систем дальней передачи информации с использованием проводных, кабельных, электромагнитных и волоконно-оптических линий связи.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиосвязь и радиовещание» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Методы и устройства радиофотоники в системах радиосвязи, Проектирование элементов и устройств радиосвязи, Системы и сети передачи данных, Системы радиодоступа, Теория и техника передачи информации, Цифровая обработка сигналов систем связи.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-4 способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;
– ОПК-5 готовностью учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности;
– ПК-8 готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** радиоволновый диапазон и его классификацию; многостанционные доступы с частотным, временным, кодовым разделением каналов; модулирующие сигналы электросвязи и их характеристики; основные модулированные аналоговые и цифровые сигналы электросвязи, их характеристики, энергетику передатчиков при различных видах модуляции; распространенные системы наземной космической связи и вещания
– **уметь** применять на практике методы анализа и расчета основных функциональных узлов систем связи и вещания; разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития техники структурные схемы узлов систем связи и вещания; проводить натурный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик блоков систем связи и вещания.
– **владеть** первичными навыками настройки и регулировки радиосвязной и радиовещательной аппаратуры при производстве, установке и технической эксплуатации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр

Согласована на портале № 41126

Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	18	18
Практические занятия	22	22
Лабораторные работы	20	20
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Проработка лекционного материала	10	10
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	30	30
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Введение. Роль, назначение, структура систем радиосвязи и радиовещания.	1	0	0	1	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
2 Особенности распространения ДВ, СВ, КВ и УКВ диапазонов длин волн.	2	2	0	9	13	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
3 Сигналы радиовещания, телевидения, радиосвязи и систем передачи данных и их характеристики.	2	4	0	9	15	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
4 Особенности детектирования радиосигналов с различными видами модуляции.	2	4	8	25	39	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
5 Особенности высококачественного монофонического и стереофонического вещания с ЧМ в диапазоне УКВ-ЧМ.	2	2	0	7	11	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
6 Принципы построения наземной сети радиосвязи радиовещания.	2	4	0	9	15	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
7 Особенности построения космической сети радиосвязи и радиовещания.	2	2	0	5	9	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
8 Радиовещание и радиосвязь с использованием цифровых сигналов.	2	4	12	13	31	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8

Согласована на портале № 41126

9 Помехоустойчивое кодирование для обнаружения и исправления ошибок цифрового сигнала.	2	0	0	5	7	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
10 Заключение	1	0	0	1	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
Итого за семестр	18	22	20	84	144	
Итого	18	22	20	84	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение. Роль, назначение, структура систем радиосвязи и радиовещания.	Объем, содержание, виды занятий и формы отчетности по дисциплине «Радиосвязь и радиовещание». Роль и назначение, принципы построения, структура систем радиосвязи и радиовещания. Общие принципы построения сети звукового радиовещания как вторичной сети распределения программ.	1	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	1	
2 Особенности распространения ДВ, СВ, КВ и УКВ диапазонов длин волн.	Радиоволновый диапазон и его классификация. Международное соглашение в области распределения радиочастот при РС и РВ. Напряженность и ориентация электромагнитного поля в зависимости от расстояния до излучателя. Атмосферные, индустриальные, космические шумы и их мешающее действие при радиоприеме.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
3 Сигналы радиовещания, телевидения, радиосвязи и систем передачи данных и их характеристики.	Основные модулированные сигналы и их характеристики при различных видах модуляции: амплитудной (АМ); балансной АМ (БМ); однополосной (ОМ); совместимой однополосной (СОМ); угловой (УМ) (частотной – ЧМ и фазовой – ФМ). Эффективность использования энергетического потенциала передатчиков при различных видах модуляции.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
4 Особенности детектирования радиосигналов с различными видами модуляции.	Искажения формы информационного сигнала, явление диссонанса, изменение отношения сигнал/шум. Сравнение дальности приема радиосигнала при различных видах модуляции. Дальняя радиосвязь с использованием ОБП радиосигнала, узкополосного ЧМ радиосигнала и CW радиосигнала (Code Work). Влияние телефонного эффекта	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8

Согласована на портале № 41126

	на дальность РС. Дальнее радиовещание в диапазонах ДВ, СВ, КВ с использованием АМ сигнала и СОМ сигнала.		
	Итого	2	
5 Особенности высококачественного монофонического и стереофонического вещания с ЧМ в диапазоне УКВ-ЧМ.	Основы построения систем радиовещания. Высококачественное монофоническое радиовещание с частотной модуляцией. Особенности высококачественного монофонического вещания. Способы обеспечения высокой помехозащищенности и малых нелинейных искажений. Системы УКВ-ЧМ стереофонического РВ с полярной модуляцией, с расширенной зоной обслуживания (система FMX) и пилот-тоном. Система стереофонического вещания с двойной частотной модуляцией.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
6 Принципы построения наземной сети радиосвязи радиовещания.	Оценка качества радиоприема, защитное отношение по низкой частоте, защитное отношение по высокой частоте, относительное время превышения заданного уровня напряженности поля, процент мест приема. Зоны обслуживания радиостанций. Взаимные помехи от соседних по территории радиостанций. Квадратная и треугольная сетки расположения радиовещательных станций.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
7 Особенности построения космической сети радиосвязи и радиовещания.	Геостационарные и круговые орбиты искусственных спутников Земли (ИСЗ). Энергетика спутниковых систем. Диаграмма уровней мощности линий связи Земля - ИСЗ, ИСЗ - Земля. Поглощение энергии сигнала в атмосфере.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
8 Радиовещание и радиосвязь с использованием цифровых сигналов.	Аналого-цифровое преобразование сигналов. Дискретизация и равномерное квантование аналогового сигнала. Погрешности цифрового преобразования. Шумы квантования. Импульсно-кодовая модуляция. Скорость передачи цифрового сигнала. Динамический диапазон цифрового сигнала. Квантование и дискретизация сигналов. Равномерное и неравномерное квантование. Предыскажения при цифровой передаче ЗС. Передискретизация цифрового сигнала. Скремблирование.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
9 Помехоустойчивое кодирование для обнаружения и исправления ошибок цифрового сигнала.	Принцип помехоустойчивого кодирования. Код Хэмминга и Рида-Соломона. Обнаружения и исправления ошибок цифрового сигнала на примере кода Хэмминга. Перемежение символов, как способ защиты от пакетных ошибок. Блочное перемежение на примере циклического двойного кода Рида-Соломона.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	

Согласована на портале № 41126

10 Заключение	Особенности организации цифровых систем радиосвязи, радиовещания и телевидения. Перспективы развития систем радиосвязи и радиовещания.	1	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	1	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Методы и устройства радиофотоники в системах радиосвязи			+	+				+	+	
2 Проектирование элементов и устройств радиосвязи			+	+	+			+	+	
3 Системы и сети передачи данных	+		+			+	+			
4 Системы радиодоступа			+	+	+			+	+	
5 Теория и техника передачи информации		+	+	+		+	+	+	+	
6 Цифровая обработка сигналов систем связи								+	+	
Последующие дисциплины										
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты						+	+	+	+	

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-4	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 41126

ОПК-5	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-8	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
4 Особенности детектирования радиосигналов с различными видами модуляции.	Исследование основных характеристик систем ФАПЧ.	8	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	8	
8 Радиовещание и радиосвязь с использованием цифровых сигналов.	Исследование технологии CDMA.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов.	4	
	Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		20	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Особенности распространения ДВ, СВ, КВ и УКВ диапазонов длин волн.	Расчет зон обслуживания радиовещательных радиостанций в длинноволновом и средневолновом диапазонах.Расчет зон обслуживания радиовещательных радиостанций в коротковолновом и ультракоротком диапазонах.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
3 Сигналы	Расчет защитного отношения сигнал/шум на входе	4	ОПК-4,

Согласована на портале № 41126

радиовещания, телевидения, радиосвязи и систем передачи данных и их характеристики.	радиоприемного устройства для различных видов модуляции.		ОПК-5, ПК-8
	Итого	4	
4 Особенности детектирования радиосигналов с различными видами модуляции.	Расчет эффективности детектирования сигналов в радиоприемных устройствах для различных видов модуляции.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	4	
5 Особенности высококачественного монофонического и стереофонического вещания с ЧМ в диапазоне УКВ-ЧМ.	Расчет и сравнительная оценка чувствительности высококачественного монофонического и стереофонического радиовещательных приемных устройств.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
6 Принципы построения наземной сети радиосвязи радиовещания.	Расчет зон обслуживания радиостанций на основе принципа синхронного вещания. Расчет зон обслуживания радиостанций в длинноволновом, средневолновом, коротковолновом и ультракоротковолновом диапазона длин волн.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	4	
7 Особенности построения космической сети радиосвязи и радиовещания.	Расчет высоты стационарной обриты Земли и других планет солнечной системы.Оценка влияния неточности изготовления антенных устройств на энергетические характеристики передатчика. Расчет потери электромагнитной энергии в открытом пространстве и атмосфере Земли и других планет солнечной системы.	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	2	
8 Радиовещание и радиосвязь с использованием цифровых сигналов.	Расчет скорости передачи, ширины спектра и уровня защищенности от шумов квантования цифрового сигнала в телефонных системах радиосвязи.	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		22	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение. Роль, назначение, структура	Проработка лекционного материала	1	ОПК-4, ОПК-5,	Тест, Экзамен

Согласована на портале № 41126

систем радиосвязи и радиовещания.	Итого	1	ПК-8	
2 Особенности распространения ДВ, СВ, КВ и УКВ диапазонов длин волн.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	9		
3 Сигналы радиовещания, телевидения, радиосвязи и систем передачи данных и их характеристики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	9		
4 Особенности детектирования радиосигналов с различными видами модуляции.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Итого	25		
5 Особенности высококачественного монофонического и стереофонического вещания с ЧМ в диапазоне УКВ-ЧМ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
6 Принципы построения наземной сети радиосвязи радиовещания.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		

Согласована на портале № 41126

	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	9		
7 Особенности построения космической сети радиосвязи и радиовещания.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
8 Радиовещание и радиосвязь с использованием цифровых сигналов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	13		
9 Помехоустойчивое кодирование для обнаружения и исправления ошибок цифрового сигнала.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
10 Заключение	Проработка лекционного материала	1	ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Тест, Экзамен
	Итого	1		
Итого за семестр		84		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		120		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр

Согласована на портале № 41126

3 семестр				
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Отчет по практическому занятию	10	10	10	30
Тест			10	10
Итого максимум за период	20	20	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	40	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Аналоговое и цифровое радиовещание [Электронный ресурс]: Учебное пособие / С. В. Мелихов - 2015. 233 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5457 (дата обращения: 28.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. П. Пушкарев - 2012. 201 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1519 (дата обращения: 28.07.2018).

Согласована на портале № 41126

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Чувствительность радиоприёмных устройств [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2015. 99 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5109 (дата обращения: 28.07.2018).

2. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов (часть 1) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по материалам лекционных занятий, практических занятий, для курсового проектирования и самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2014. 32 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4135 (дата обращения: 28.07.2018).

3. Исследование технологии CDMA [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / В. А. Кологривов, А. А. Цинц, Д. Н. Олчейбен - 2015. 22 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4888 (дата обращения: 28.07.2018).

4. Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в пакете SIMULINK компьютерной среды MATLAB / С. В. Мелихов, И. М. Вербило - 2012. 17 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2286 (дата обращения: 28.07.2018).

5. Исследование технологии MIMO, построенной по схеме Аламоути [Электронный ресурс]: Описание лабораторной работы для студентов специальности «Системы мобильной связи» по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи» / Н. С. Писаренко, В. А. Кологривов - 2014. 29 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4062 (дата обращения: 28.07.2018).

6. Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / В. А. Кологривов, А. А. Чаплыгина - 2016. 38 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6141 (дата обращения: 28.07.2018).

7. Исследование основных характеристик систем ФАПЧ [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / В. А. Кологривов, Р. З. Хазиахметова - 2016. 32 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6140 (дата обращения: 28.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных и информационно-справочные системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazydannyh

Согласована на портале № 41126

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр В3-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф С1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- AWR Design Environment
- Adobe Acrobat Reader
- Far Manager
- Google Chrome
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- Micran Graphit
- Microsoft Windows
- Mozilla Firefox
- PDFCreator
- PTC Mathcad13, 14
- Qucs
- Scilab
- WinDjView

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО

Согласована на портале № 41126

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр В3-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф С1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов РСС-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- AWR Design Environment
- Adobe Acrobat Reader
- Far Manager
- Google Chrome
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- Micran Graphit
- Microsoft Windows
- Mozilla Firefox
- PDFCreator
- PTC Mathcad13, 14
- Qucs
- Scilab
- WinDjView

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

Согласована на портале № 41126

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Какие частоты соответствует радиовещательному диапазону длинных волн?
1) 150...300 кГц;
2) 520...1605 кГц;
3) 3.95...7.50 МГц;
4) 65...75 МГц

2. Какие частоты соответствует радиовещательному диапазону коротких волн?
1) 150...300 кГц;
2) 520...1605 кГц;
3) 3.95 МГц;
4) 65...75 МГц; 100...108 МГц).

3. Какой величине кратен разнос несущих частот радиовещательных станций в диапазоне средних волн?
1) 5 кГц;
2) 9 кГц;
3) 10 кГц;
4) 15 кГц.

4. Какие радиоволны называются поверхностными?
1) радиоволны, распространяющиеся в непосредственной близости от земной поверхности;
2) радиоволны, излучаемые наклонно к поверхности земли;
3) радиоволны, отражающиеся от ионосферы и возвращающиеся к земной поверхности;
4) радиоволны, отражающиеся от ионосферы и возвращающиеся наклонно к земной поверхности.

Согласована на портале № 41126

5. Что такое наинизшая принимая частота радиоволны?

1) частота радиоволн, ниже которой дальнее распространение радиоволн невозможно;

2) частота радиоволн, выше которой дальнее распространение радиоволн невозможно;

3) частота радиоволн, ниже которой ближнее распространение радиоволн невозможно;

4) частота радиоволн, выше которой ближнее распространение радиоволн невозможно.

6. Почему устойчивая наземная радиосвязь на УКВ возможна только в пределах прямой видимости?

1) в диапазоне УКВ радиоволны не отражаются от ионосферы;

2) в диапазоне УКВ радиоволны не испытывают эффект дифракции;

3) в диапазоне УКВ радиоволны не отражаются и не испытывают эффект дифракции;

4) в диапазоне УКВ радиоволны отражаются, но не испытывают эффект дифракции.

7. Что характеризует защитное отношение по высокой частоте?

1) отношение напряженности поля полезного сигнала и напряженности поля шумов в точке приёма;

2) отношение напряженности поля полезного сигнала и напряженности поля шумов в точке передачи;

3) отношение мощностей полезного сигнала и шумов в точке приёма;

4) отношение сигнала и шумов на выходе приёмника.

8. Как меняется выходное отношение сигнал/шум на выходе детектора амплитудно модулированных сигналов по отношению к его входу?

1) уменьшается;

2) увеличивается;

3) остается неизменным;

4) увеличивается при уменьшении глубины модуляции.

9. От чего зависит дальность распространения радиоволн в диапазоне до 10 МГц?

1) от частоты радиоволн;

2) от высоты подвеса антенны радиопередатчика;

3) от частоты и мощности радиостанции;

4) не зависит ни от частоты и высоты подвеса антенны радиопередатчика)

10. Что такое пик-фактор сигнала?

1) максимально возможное значение мощности передаваемого сигнала в процессе его изменения;

2) отношение пиковой мощности сигнала к его среднему значению;

3) отношение пиковой мощности сигнала к его минимальному значению;

4) отношение пиковой напряженности поля сигнала к его среднему значению в точке приема.

11. Какие составляющие спектра при однотональной амплитудной модуляции сигнала содержат полезную информацию?

1) несущая частота сигнала;

2) только верхняя боковая полоса радиосигнала;

3) только нижняя боковая полоса радиосигнала;

4) только верхняя боковая полоса и несущая частота сигнала.

12. Почему коэффициент использования полезной мощности передатчика при передаче сигнала с балансной модуляцией больше, чем при передаче АМ сигнала при равенстве глубины модуляции?

1) вся полезная информации определяется мощностью несущей частоты;

2) вся полезная информация содержится в только в верхней спектральной составляющей

Согласована на портале № 41126

сигнала;

3) вся полезная информация содержится в только в нижней спектральной составляющей сигнала;

4) не расходуется мощность не передачу несущей сигнала.

13. Укажите вид модуляции у которого значение максимального коэффициента использования полезной мощности передатчика 50%.

1) амплитудная модуляция;

2) балансная модуляция;

3) модуляция с одной боковой полосой;

4) угловая модуляция.

14. Чем характеризуется эффективность детектирования применительно к дальней радиосвязи и радиовещанию?

1) изменением отношения сигнал/шум в процессе детектирования;

2) уменьшением отношения сигнал/шум при детектировании сигналов с угловой модуляцией;

3) увеличением отношения сигнал/шум в процессе детектирования сигналов с амплитудной модуляцией;

4) увеличением отношения сигнал/шум в процессе детектирования сигналов с амплитудной модуляцией с одной боковой полосой.

15. Укажите вид модуляции при которой отношение к размаху телефонного сигнала с амплитудной модуляцией равен 2.

1) модуляция с одной боковой полосой;

2) совместимая однополосная модуляция;

3) частотная модуляция;

4) фазовая модуляция.

16. Почему для высококачественного аналогового УКВ радиовещания применяют широкополосную частотную модуляцию, а не узкополосную частотную модуляцию?

1) для повышения чувствительности радиоприёмного устройства;

2) повышения помехоустойчивости и качества приёма сигнала;

3) для повышения избирательных свойств радиоприёмника;

4) для уменьшения коэффициента шума радиоприёмника.

17. Укажите частоту поднесущей сигнала с полярной модуляцией для российской системы высококачественного аналогового стереовещания.

1) 15 кГц;

2) 19 кГц;

3) 31.25 кГц;

4) 38 кГц.

18. Чем отличается приёмник стереофонического УКВ ЧМ сигнала от монофонического?

1) полоса пропускания стереофонического приемника шире на 30%, чем полоса монофонического приемника;

2) полоса пропускания стереофонического приемника меньше на 30%, чем полоса монофонического приемника;

3) лучшей реальной чувствительностью;

4) лучшей избирательность по соседнему каналу.

19. Что такое чувствительность цифрового радиоприемного устройства?

1) способность приемника принимать слабые сигналы;

2) способность подавлять сильные сигналы;

Согласована на портале № 41126

3) способность приемника принимать сигналы при наличии заданной вероятности ошибок;
4) при отношении сигнал/шум на выходе детектора 4 дБ.

20. Укажите причину к чему приводит использование неравномерного квантования сигнала в системе цифрового радиовещания.
1) уменьшению динамического диапазона цифрового сигнала;
2) увеличению динамического диапазона АЦП - ЦАП;
3) уменьшению скорости передачи сигнала;
4) увеличению вероятности ошибок при приеме цифрового сигнала).

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Типы множественного (многостанционного) доступа на основе технологии кодового разделения каналов связи (CDMA).

2. Спектр и база (коэффициент расширения спектра – SF – Spreading Factor) импульсного (битового) сигнала. Шумоподобный импульсный сигнал, его SF и спектр. Спектр шумоподобного радиосигнала (ШП-радиосигнала).

3. Методы формирования ШП-радиосигнала: метод «прямой последовательности» (DS – Direct Sequence); метод «скачков по частоте» (FH – Frequency Hopping). Принцип формирования ШП-радиосигнала по методу «прямой последовательности» и структурная схема передатчика с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK).

4. Автокорреляционная функция (АКФ) единичного импульса и его копии, сдвинутой во времени. Свойства АКФ. АКФ знакопеременных периодических псевдослучайных последовательностей (ПСП). М-последовательности максимальной длины – последовательности Хаффмена. Свойства М-последовательностей. Предпочтительные М-последовательности. Последовательности Голда, последовательности Касами. Их свойства.

5. Апериодические последовательности Баркера. Возможность использования кодовых последовательностей Баркера в качестве преамбул для обеспечения символьной и цикловой синхронизации цифровых системах связи.

6. Структурная схема и принцип работы цифрового автомата (каскадного сдвигового регистра с линейными обратными связями – LFSR – Linear Feedback Shift Register) для генерации ПСП любой длины. Порождающий полином цифрового автомата. Использование управляемой «маски» в цифровом автомате для генерации сдвинутой по времени реплики М-последовательности.

7. Ортогональные функции Уолша, их формирование на основе матрицы Адамара, свойства функций Уолша.

Использование функций Уолша и линейного весового сложения цифровых потоков для мультиплексирования многих каналов связи в передатчике. Интегрирование с накоплением для демультиплексирования многих каналов связи в приемнике.

8. Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШП-радиосигнала на высокой частоте (когерентная и согласованная селекция ШП-радиосигнала) Реакция коррелятора приемника на полезный (согласованный), ШП-радиосигнал, на несогласованный ШП-радиосигнал, на узкополосную радиопомеху, на широкополосный тепловой шум. Зависимость запаса помехоустойчивости корреляционного приемника на помехи различного типа (улучшение коррелятором отношения сигнал/помеха или отношения сигнал/шум) от длины кодирующей (декодирующей) ПСП.

9. Сопоставление реальной чувствительности корреляционного приемника технологии CDMA с реальной

чувствительностью приемников технологий FDMA и TDMA. Достоинства и особенности радиосвязи на основе

технологии CDMA.

10. Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШП-радиосигнала на уровне чиповой ПСП.

Интегрирование чиповой ПСП с накоплением.

11. Характеристики системы сотовой телефонии IS-95 (Interim Standard – промежуточный стандарт). Архитектура прямого канала: базовая станция (БС) – мобильная станция (МС). Синхронный (ортогональный) доступ на линии «вниз» с использованием единого системного времени, различного циклического сдвига короткой ПСП, функций Уолша.Максимальный радиус соты.

Согласована на портале № 41126

Максимальное количество БС с одной и той же несущей частотой.

12. Структурная схема и особенности формирования на БС пилот-канала. Особенности квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) в прямом канале.

13. Структурная схема и особенности формирования на БС канала синхронизации.

Значение SF для канала синхронизации.

14. Структурная схема и особенности формирования на БС канала персонального вызова. Значение SF для канала персонального вызова.

15. Структурная схема и особенности формирования на БС канала трафика. Значение SF для канала трафика.

16. Структурная схема когерентного приемника МС для канала трафика. Необходимое значение отношения средней мощности сигнала к средней мощности шума на входе приемника МС для канала трафика.

17. Архитектура обратного канала: МС – БС. Асинхронный (неортогональный) доступ на линии «вверх» с использованием различного циклического сдвига длинной ПСП. Структурные схемы и особенности формирования на МС канала доступа и канала трафика.

18. Регулировка передаваемой мощности с обратной связью (ОС) в прямых каналах. Регулировка передаваемой мощности без ОС и с ОС в обратных каналах. Максимальная скорость передвижения МС, при которой регулировка передаваемой мощности позволяет бороться с быстрыми (Релеевскими) замираниями.

19. Борьба с многолучевостью в системе IS-95. Структурная схема и принцип действия RAKE-приемника (четырехканального на БС и трехканального на МС).

20. Сравнительная оценка емкости сотовых систем связи технологий FDMA, TDMA, CDMA.

21. Перспективы развития сотовых систем на основе технологии CDMA.

14.1.3. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Расчет зон обслуживания радиовещательных радиостанций в длинноволновом и средневолновом диапазонах.Расчет зон обслуживания радиовещательных радиостанций в коротковолновом и ультракоротком диапазонам.

Расчет защитного отношения сигнал/шум на входе радиоприемного устройства для различных видов модуляции.

Расчет эффективности детектирования сигналов в радиоприемных устройствах для различных видов модуляции.

Расчет и сравнительная оценка чувствительности высококачественного монофонического и стереофонического радиовещательных приемных устройств.

Расчет зон обслуживания радиостанций на основе принципа синхронного вещания. Расчет зон обслуживания радиостанций в длинноволновом, средневолновом, коротковолновом и ультракоротковолновом диапазона длин волн.

Расчет высоты стационарной обриты Земли и других планет солнечной системы.Оценка влияния неточности изготовления антенных устройств на энергетические характеристики передатчика. Расчет потери электромагнитной энергии в открытом пространстве и атмосфере Земли и других планет солнечной системы.

Расчет скорости передачи, ширины спектра и уровня защищенности от шумов квантования цифрового сигнала в телефонных системах радиосвязи.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование технологии CDMA.

Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов.

Исследование основных характеристик систем ФАПЧ.

Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 41126

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 41126