

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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	84	84	часов
6	Самостоятельная работа	60	60	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 2 семестр

Курсовой проект / курсовая работа: 2 семестр

Томск 2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС «__» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

заведующий кафедрой каф. РЗИ _____ А. С. Задорин

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:

Доцент кафедры радиоэлектроники
и систем связи (РСС)

_____ Н. Д. Хатьков

Профессор кафедры радиоэлектроники
и систем связи (РСС)

_____ Б. И. Авдоченко

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов» (УПОС) ставит своей целью подготовку студентов по теоретическим основам, принципам построения, практическому проектированию трактов приема и аналого-цифровой обработки сигналов радиотехнических систем различного назначения. Изучение дисциплины должно заложить у студентов навыки самостоятельного решения задач на высоком профессиональном уровне и воспитать стремление овладевать новыми научными и практическими знаниями.

1.2. Задачи дисциплины

- К основным задачам дисциплины относится изучение:
- • разновидностей структурных схем приемников, областей их применения, преимуществ и недостатков;
- • элементов и узлов УПОС;
- • автоматических регулировок в УПОС;
- • особенностей построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме;
- • особенностей устройств приема шумоподобных сигналов;
- • теория и техника измерений технических характеристик УПОС
-

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов» (Б1.Б.2) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Микро-волновая техника, Системы аналогового телевизионного вещания, Цифровое телевидение, Радиотехнические системы передачи информации.

Последующими дисциплинами являются: Теория и техника радиолокации и радионавигации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-4 способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности;
- ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** современные методы математического описания принципа действия функциональных блоков и систем радиоприемного устройства (РПрУ); основные закономерности преобразования сигналов в типовых каскадах приемного устройства; методы обеспечения помехоустойчивости при приеме и преобразовании сигналов;
- **уметь** использовать современные средства вычислительной техники для решения задач приема и обработки сигналов; работать со специальной литературой; готовить техническую документацию на разработанные устройства.
- **владеть** методами и способами инженерного проектирования современных РПрУ различного назначения, их подсистем, блоков и узлов; методами экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств; методами обработки результатов экспериментальных исследований

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
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	84	84
Лекции	36	36
Практические занятия	24	24
Лабораторные работы	16	16
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8
Самостоятельная работа (всего)	60	60
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	20	20
Проработка лекционного материала	40	40
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	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр							
1 Введение. Параметры и характеристики УПОС. Структурные схемы УПОС. Частотные фильтры и входные цепи.	8	4	4	8	10	26	ОК-4, ОПК-5
2 Усилители радиочастоты; Преобразователи частоты; Усилители промежуточной частоты.	8	8	8		10	34	ОК-4, ОПК-5
3 Детекторы амплитудно-модулированных сигналов; Автоматические и ручные регулировки в УПОС.	8	8	4		10	30	ОК-4, ОПК-5
4 Цифровые виды модуляции. Канальное кодирование. Влияние линейных искажений и нелинейных искажений на качество передачи цифровых сигналов. Коррекция передаточных характеристик тракта.	12	4	0		10	26	ОК-4, ОПК-5
5 Курсовой проект по дисциплине УПОС.	0	0	0		20	20	ОК-4, ОПК-5

6 Экзамен	0	0	0		0	0	
Итого за семестр	36	24	16	8	60	144	
Итого	36	24	16	8	60	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
2 семестр			
1 Введение. Параметры и характеристики УПОС. Структурные схемы УПОС. Частотные фильтры и входные цепи.	Содержание, учебной рабочей программы по дисциплине УПОС. Методические рекомендации. Рекомендуемая учебная литература. Структурные схемы радиоканалов. Место и функции приёмников в радиоканалах. Классификация РПрУ. Радиосигналы, радиопомехи и электрические шумы (аналитическое, временное и спектральное представление сигналов и помех). Структурные схемы РПрУ: прямого усиления, прямого преобразования, супергетеродинного. Обработка радиосигналов в приёмниках. Основные электрические характеристики РПрУ: чувствительность и избирательность. Схемы, характеристики и физическая реализация частотных фильтров, применяемых в приёмниках в различных диапазонах частот. Электрические эквивалентные схемы и характеристики антенн. Назначение, электрические схемы и характеристики входных цепей (полоса, частотная избирательность, коэффициент передачи, коэффициент шума). Искажения сигналов во входных цепях.	8	ОК-4, ОПК-5
	Итого	8	
2 Усилители радиочастоты; Преобразователи частоты; Усилители промежуточной частоты.	Назначение, схемы и характеристики усилителей радиочастоты (коэффициент усиления, устойчивость, коэффициент шума). Линейные искажения сигналов и нелинейные эффекты (блокирование, перекрёстная модуляция, интермодуляция, вторичная модуляция) в усилителях радиочастоты. Назначение, принцип действия, схемы и характеристики преобразователей частоты (амплитудно-частотная характеристика, дополнительные каналы приёма, частоты их и коэффициенты передачи). Выбор промежуточной частоты. Двойное преобразование частоты. Требования к амплитуде напряжения и стабильности частоты гетеродина. Сопряжение резонансных частот гетеродина и преселектора. Комбинационные, интерференционные и интермодуляционные искажения сигналов в преобразователях частоты. Назначение, схемы, характеристики	8	ОК-4, ОПК-5

	усилителей промежуточной частоты (коэффициент усиления, амплитудно-частотные и амплитудные характеристики). Искажения сигналов в усилителях промежуточной частоты.		
	Итого	8	
3 Детекторы амплитудно-модулированных сигналов; Автоматические и ручные регулировки в УПОС.	Назначение, схемы, принцип действия, характеристики амплитудных детекторов (коэффициент передачи, детекторная и амплитудно-частотная характеристики). Линейные и нелинейные искажения сигналов в амплитудных детекторах. Схемы и характеристики импульсных и пиковых детекторов. Схемы, принцип действия, коэффициенты передачи, детекторные характеристики фазовых и частотных детекторов и искажения сигналов в них. Принцип действия, схемы и характеристики ручных и автоматических регулировок в РПрУ: частоты (настройки на частоту сигнала), усиления и полосы, подстройки частоты гетеродина. Влияние регулировок на искажения сигналов в приёмниках.	8	ОК-4, ОПК-5
	Итого	8	
4 Цифровые виды модуляции. Канальное кодирование. Влияние линейных искажений и нелинейных искажений на качество передачи цифровых сигналов. Коррекция передаточных характеристик тракта.	Разновидности модуляции, применяемые в узкополосных, широкополосных и сверхширокополосных системах цифровой связи. Амплитудная, фазовая, частотная манипуляция (ASK, PSK, FSK), дифференциальная фазовая манипуляция (DPSK), модуляция без разрыва фазы (CPM), квадратурная амплитудная модуляция (QAM), OFDM-модуляция, времяимпульсная модуляция. Канальное кодирование: М-арная передача сигнала, антиподные сигналы, ортогональные сигналы, Сопоставление влияния шумов в канале передачи на качество передаваемого сигнала в аналоговых и цифровых системах. Одиночные и групповые ошибки. Типы защиты от ошибок. Уменьшение количества ошибок добавлением избыточности. Теорема Шеннона. Пропускная способность канала связи. Сверточное кодирование. Скремблирование. • Специфика влияния искажений амплитудно-частотной (АЧХ) и фазо-частотной (ФЧХ) характеристик канала связи в цифровых системах на качество передачи. Многолучевость как одна из причин искажений АЧХ и ФЧХ. Оценка искажений в канале передачи. Трансверсальные, рекурсивные корректоры. Разделение символов. Допустимые уровни цифровых сигналов для различных видов модуляции. Методы измерения нелинейности преобразования: измерение интермодуляции (двухчастотный метод, метод с использованием полос шума), методы исследования нелинейности с использованием сверхширокополосных тестовых сигналов.	12	ОК-4, ОПК-5
	Итого	12	
Итого за семестр		36	

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
Предшествующие дисциплины						
1 Микроволновая техника	+	+	+		+	+
2 Системы аналогового телевизионного вещания	+	+	+		+	+
3 Цифровое телевидение				+	+	+
4 Радиотехнические системы передачи информации	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Теория и техника радиолокации и радионавигации	+	+	+	+	+	+

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.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ОК-4	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест
ОПК-1				+		Собеседование
ОПК-5	+	+	+		+	Домашнее задание, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест

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
2 семестр			
1 Введение. Параметры и характеристики УПОС. Структурные схемы УПОС. Частотные фильтры и входные цепи.	Исследование входных цепей	4	ОК-4, ОПК-5
	Итого	4	
2 Усилители радиочастоты; Преобразователи частоты; Усилители промежуточной частоты.	Исследование усилителя радиочастоты	4	ОК-4, ОПК-5
	Исследование преобразователя частоты	4	
	Итого	8	
3 Детекторы амплитудно-модулированных сигналов; Автоматические и ручные регулировки в УПОС.	Исследование амплитудного детектора	4	ОК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

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
2 семестр			
1 Введение. Параметры и характеристики УПОС. Структурные схемы УПОС. Частотные фильтры и входные цепи.	Структурные схемы и системные характеристики РПрУ. : Чувствительность и избирательность РПрУ; Частотно избирательные цепи РПрУ: схемы и характеристики; амплитудно-частотная характеристика, резонансная частота, резонансное и волновое сопротивления, добротность, полоса частот; Схемотехника входных цепей РПрУ	4	ОК-4, ОПК-5
	Итого	4	
2 Усилители радиочастоты;	Структурные схемы и системные характеристики РПрУ. : Чувствительность и избирательность	4	ОК-4, ОПК-5

Преобразователи частоты; Усилители промежуточной частоты.	РПрУ; Частотно избирательные цепи РПрУ: схемы и характеристики; амплитудно-частотная характеристика, резонансная частота, резонансное и волновое сопротивление, добротность, полоса частот; Схемотехника входных цепей РПрУ		
	Усилители радиочастоты: коэффициент усиления, амплитудно-частотная характеристика, избирательность и полоса частот; Преобразователи частоты: схемы и характеристики;	4	
	Итого	8	
3 Детекторы амплитудно-модулированных сигналов; Автоматические и ручные регулировки в УПОС.	Детекторы амплитудно-модулированных сигналов: схемы и характеристики: детекторная, амплитудно-частотная, коэффициент передачи; Импульсные, фазовые и частотные детекторы: схемы и характеристики;	4	ОК-4, ОПК-5
	Регулировки в радиоприёмниках: ручная автоматическая настройка, автоматическая регулировка усиления, автоматическая подстройка частоты гетеродина.	4	
	Итого	8	
4 Цифровые виды модуляции. Канальное кодирование. Влияние линейных искажений и нелинейных искажений на качество передачи цифровых сигналов. Коррекция передаточных характеристик тракта.	Методы цифровой модуляции. Амплитудная, фазовая, частотная манипуляция (ASK, PSK, FSK), квадратурная амплитудная модуляция (QAM), OFDM-модуляция, импульсная модуляция. Влияния шумов в канале передачи на качество передаваемого сигнала в цифровых системах. Защита от помех. Влияние искажений АЧХ и ФЧХ канала связи на уровень ошибок в цифровых системах	4	ОК-4, ОПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

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
2 семестр				
1 Введение. Параметры и характеристики УПОС. Структурные схемы УПОС. Частотные фильтры и входные цепи.	Проработка лекционного материала	10	ОК-4, ОПК-5	Опрос на занятиях
	Итого	10		
2 Усилители	Проработка лекционного	10	ОК-4,	Опрос на занятиях

радиочастоты; Преобразователи частоты; Усилители промежуточной частоты.	материала		ОПК-5	
	Итого	10		
3 Детекторы амплитудно-модулированных сигналов; Автоматические и ручные регулировки в УПОС.	Проработка лекционного материала	10	ОК-4, ОПК-5	Опрос на занятиях
	Итого	10		
4 Цифровые виды модуляции. Канальное кодирование. Влияние линейных искажений и нелинейных искажений на качество передачи цифровых сигналов. Коррекция передаточных характеристик тракта.	Проработка лекционного материала	10	ОК-4, ОПК-5	Опрос на занятиях
	Итого	10		
5 Курсовой проект по дисциплине УПОС.	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	20	ОК-4, ОПК-5	Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест
	Итого	20		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		96		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр		
Изучение теоретического материала. Проведение расчетных и графических работ по заданию КП. Устранение замечаний и подготовка к защите КП.	8	ОК-4, ОПК-1
Итого за семестр	8	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

– Радиовещательные, телевизионные, связные, радиолокационные и цифровые приёмники разно-го назначения и различных диапазонов частот.

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
2 семестр				
Домашнее задание	2	2	2	6
Защита отчета	4	4	4	12
Опрос на занятиях	2	2	3	7
Отчет по лабораторной работе	8	8	8	24
Собеседование	2	2	2	6
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	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. Радиоприемные устройства : Учебное пособие для вузов / А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин. - Минск : Новое знание, 2006. - 240 с. : ил. - (Техническое образование). - Библиогр.: с. 235-236. - ISBN 985-475-175-9 : 108.90 р., 193.00 р., 173.00 р.: Библиотека ТУСУР, (наличие в библиотеке ТУСУР - 54 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Прием и обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / К. Е. Румянцев. - М. : Академия, 2004. - 527[1] с. : табл., ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника). - Библиогр.: с. 520-521. - ISBN 5-7695-1459-0 : (наличие в библиотеке ТУСУР - 44 экз.)

2. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение : Пер. с англ. / Б. Скляр ; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М. : Вильямс, 2003. - 1099[4] с. : ил, табл. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-8459-0386-6 (в пер.): Библиотека ТУСУР, (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. «Радиоприемные устройства» [Электронный ресурс]: Сборник задач и упражнений / Мелихов С. В., Якушевич Г. Н., Пушкарев В. П. - 2015. 94 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4939> (дата обращения: 09.07.2018).

2. Радиоприемные устройства [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Желнерская С. П., Мелихов С. В., Пушкарев В. П. - 2012. 74 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2015> (дата обращения: 09.07.2018).

3. Радиоприемные устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие по курсовому проектированию / Пушкарев В. П. - 2012. 278 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1522> (дата обращения: 09.07.2018).

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/bazy-dannyh>

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 по-

садочных 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 ВЗ-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:

- AWR Design Environment
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- Micran Graphit
- Qucs
- Scilab

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 ВЗ-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:

- Google Chrome

- LibreOffice
- Micran Graphit
- PTC Mathcad13, 14
- Qucs
- Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments"
учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для про-
ведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujitsu;
- Компьютер instant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой APPA 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AWR Design Environment
- Adobe Reader
- National Instruments LabVIEW

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;
- 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 зрения** 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

Антенна стационарного радиовещательного бытового радиоприемника АМ- радиосигнала первой группы сложности (см. ГОСТ 5651-89 Аппаратура радиоприемная бытовая), настроена на прием заданной в техническом задании на курсовой проект частотного диапазона, имеет входное сопротивление 50 Ом, и соединена со входом приемника коаксиальным кабелем, вносящим затухание 6 дБ.

Тракты УВЧ и УПЧ-1 приемника супергетеродинного типа выполнены на основе активных фильтров Саллена-Кея.

Задание:

- Определите необходимое число каскадов и изобразите структурную схему трактов УРЧ и УПЧ-1 приемника, полагая, что номинальное напряжение на входе детектора составляет 100 мВ., а коэффициент преобразования смесителя равен 0,7.

- Определите необходимое число каскадов в трактах УРЧ и УПЧ-1, обеспечивающих требуемую избирательность приемника по зеркальному каналу, выбрав стандартное значение первой и второй промежуточных частот.

- Предложите тип микросхемы ОУ, пригодной для работы в трактах УРЧ и УПЧ-1 на заданной частоте.

- Промоделируйте спектральную селективность одного каскада УРЧ и УПЧ-1 в САПР MultiSim.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Пусть точка компрессии КР1дБ РПрУ, работающего в диапазоне КВ-12, равна 15 дБм. Определить динамический диапазон приемника Дбл приемника по блокированию, если приемник согласован с антенной с сопротивлением 50 Ом, а первый каскад высокочастотного тракта выполнен на микросхеме ОУ 3554АМ. Как изменится величина D3 если РПрУ снабжен системой автоматической регулировки усиления (АРУ) с глубиной регулировки 50 дБ, при изменении входного сигнала на 10 дБ. Предложите схемотехнический вариант такой системы АРУ с использованием ОУ с управляемым усилением. Оцените ее быстродействие и приведенный ко входу приемника уровень задержки АРУ. Результат симулировать в САПР MultiSim.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Содержание, учебной рабочей программы по дисциплине УПОС. Методические рекомендации. Рекомендуемая учебная литература.

Структурные схемы радиоканалов. Место и функции приёмников в радиоканалах. Классификация РПрУ. Радиосигналы, радиопомехи и электрические шумы (аналитическое, временное и спектральное представление сигналов и помех). Структурные схемы РПрУ: прямого усиления, прямого преобразования, супергетеродинного. Обработка радиосигналов в приёмниках. Основные электрические характеристики РПрУ: чувствительность и избирательность.

Схемы, характеристики и физическая реализация частотных фильтров, применяемых в приёмниках в различных диапазонах частот.

Электрические эквивалентные схемы и характеристики антенн. Назначение, электрические схемы и характеристики входных цепей (полоса, частотная избирательность, коэффициент передачи, коэффициент шума). Искажения сигналов во входных цепях.

Назначение, схемы и характеристики усилителей радиочастоты (коэффициент усиления, устойчивость, коэффициент шума). Линейные искажения сигналов и нелинейные эффекты (блокирование, перекрёстная модуляция, интермодуляция, вторичная модуляция) в усилителях радиочастоты.

Назначение, принцип действия, схемы и характеристики преобразователей частоты (амплитудно-частотная характеристика, дополнительные каналы приёма, частоты их и коэффициенты передачи). Выбор промежуточной частоты. Двойное преобразование частоты. Требования к амплитуде напряжения и стабильности частоты гетеродина. Сопряжение резонансных частот гетеродина и преселектора. Комбинационные, интерференционные и интермодуляционные искажения сигналов в преобразователях частоты.

Назначение, схемы, характеристики усилителей промежуточной частоты (коэффициент усиления, амплитудно-частотные и амплитудные характеристики). Искажения сигналов в усилителях промежуточной частоты.

Назначение, схемы, принцип действия, характеристики амплитудных детекторов (коэффициент передачи, детекторная и амплитудно-частотная характеристики). Линейные и нелинейные искажения сигналов в амплитудных детекторах. Схемы и характеристики импульсных и пиковых детекторов.

Схемы, принцип действия, коэффициенты передачи, детекторные характеристики фазовых и частотных детекторов и искажения сигналов в них.

Принцип действия, схемы и характеристики ручных и автоматических регулировок в РПрУ: частоты (настройки на частоту сигнала), усиления и полосы, подстройки частоты гетеродина. Влияние регулировок на искажения сигналов в приёмниках.

Разновидности модуляции, применяемые в узкополосных, широкополосных и сверхширокополосных системах цифровой связи. Амплитудная, фазовая, частотная манипуляция (ASK, PSK, FSK), дифференциальная фазовая манипуляция (DPSK), модуляция без разрыва фазы (CPM), квадратурная амплитудная модуляция (QAM), OFDM-модуляция, импульсная модуляция.

Канальное кодирование: М-арная передача сигнала, антиподные сигналы, ортогональные сигналы, Сопоставление влияния шумов в канале передачи на качество передаваемого сигнала в аналоговых и цифровых системах. Одиночные и групповые ошибки. Типы защиты от ошибок. Уменьшение количества ошибок добавлением избыточности. Теорема Шеннона. Пропускная способность канала связи. Сверточное кодирование. Скремблирование.

- Специфика влияния искажений амплитудно-частотной (АЧХ) и фазо-частотной (ФЧХ) ха-

рактик канала связи в цифровых системах на качество передачи. Многолучевость как одна из причин искажений АЧХ и ФЧХ. Оценка искажений в канале передачи. Трансверсальные, рекурсивные корректоры. Разделение символов.

Допустимые уровни цифровых сигналов для различных видов модуляции. Методы измерения нелинейности преобразования: измерение интермодуляции (двухчастотный метод, метод с использованием полос шума), методы исследования нелинейности с использованием сверхширокополосных тестовых сигналов.

14.1.4. Вопросы на собеседование

1. Радиоприемное устройство, его назначение и состав. Основные типы радиоприемников: детекторный, прямого усиления, супергетеродинный и прямого преобразования. Функциональные схемы и сравнительная характеристика.

2. Максимальная и реальная чувствительность радиоприемных устройств. Расчет реальной чувствительности.

3. Частотная избирательность радиоприемных устройств. Односигнальная и многосигнальная избирательность. Способы повышения избирательности по соседнему каналу и по побочным каналам радиоприема в супергетеродинном приемнике.

4. Динамический диапазон радиоприемника. Способы расширения динамического диапазона по основному и по соседнему каналам радиоприема.

5. Верность воспроизведения сообщения радиоприемным устройством. Линейные и нелинейные искажения непрерывного сообщения, кривая верности, искажения импульсных сигналов.

6. Внутренние шумы приемника: тепловые шумы активных сопротивлений, шумы усилительных приборов, шумы приемных антенн.

7. Коэффициент шума приемника: определение, расчет коэффициента шума многокаскадной схемы, методы уменьшения коэффициента шума приемника.

8. Входные цепи радиоприемников. Эквивалентная схема входной цепи. Одноконтурные перестраиваемые входные цепи.

9. Одноконтурные входные цепи приемника с фиксированной настройкой. Оптимальное согласование и оптимальное рассогласование входной цепи с антенной и входом первого каскада приемника.

10. Селективные усилители: электрические характеристики, обобщенная эквивалентная схема селективного усилителя. Принципиальная схема одноконтурного транзисторного селективного усилителя, расчет ее основных параметров: коэффициента усиления, полосы пропускания, избирательности.

11. Схема и основные режимы работы селективного усилителя: режим непосредственного включения усилительного прибора в контур, режим максимального усиления при заданной полосе пропускания, режим фиксированного усиления при заданной полосе пропускания, режим согласования с нагрузкой.

12. Устойчивость селективных усилителей. Коэффициент устойчивости, устойчивый коэффициент усиления.

13. Методы обеспечения устойчивости селективных усилителей.

14. Многокаскадные селективные усилители. Основные типы усилителей с сосредоточенной избирательностью.

15. Многокаскадные селективные усилители. Основные типы усилителей с распределенной избирательностью и их сравнительная характеристика.

16. Многокаскадные селективные усилители. Основы расчета многокаскадных селективных усилителей на примере схемы с одноконтурными настроенными в резонанс каскадами.

17. Преобразователи частоты. Основные электрические характеристики. Общая теория преобразования частоты: обобщенная структурная схема преобразователя, уравнения прямого и обратного преобразования.

18. Побочные каналы приема супергетеродинного радиоприемника, необходимость и способы борьбы с ними.

19. Супергетеродинные свисты. Свистящие точки настройки. Методы уменьшения супергетеродинных свистов.

20. Схемы преобразователей частоты: транзисторный смеситель, диодный балансный сме-

ситель, двойные балансные смесители. Достоинства балансных смесителей.

14.1.5. Темы домашних заданий

Исходные данные для домашнего задания:

1. Дана структурная схема супергетеродинного радиовещательного приемника (СГ-РВП) АМ-сигналов, а также ее САД-модель в среде Multisim-12.
2. Индивидуальное техническое задание на курсовой проект каждому студенту, задан частотный диапазон для разработки СГ-РВП по приему и обработке АМ-сигналов.
3. Определены требования ГОСТ 5651-89 на избирательность СГ-РВП по соседнему и зеркальному каналам.
4. В соответствии с индивидуальным заданием каждым студентом разработаны САД-модели блоков широкополосного преселектора, а также тракта УПЧ.

Задание:

1. Воспользовавшись предложенной преподавателем шаблоном САД-модели схемы СГ-РВП, адаптировать ее к требованиям ТЗ-КП.
2. С помощью разработанной модели СГ-РВП провести измерение избирательности по соседнему каналу и проверить ее на соответствии с требованиями ГОСТ 5651-89.
3. С помощью разработанной модели СГ-РВП провести измерение избирательности по зеркальному каналу и проверить ее на соответствии с требованиями ГОСТ 5651-89.
4. Произвести адаптацию полученной САД-модели к требованиям ГОСТ 5651-89 и ТЗ-КП.

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование входных цепей

Исследование усилителя радиочастоты

Исследование преобразователя частоты

Исследование амплитудного детектора

14.1.7. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Тема проекта: Бытовой радиовещательный приемник Б-РВП).

Назначение: бытовой радиоэлектронный аппарат предназначен для приема и воспроизведения радиовещательных программ в соответствии с ГОСТ 5651-89

1. Исходные данные к проекту:
 - 1.1. Диапазон частот - КВ (3,65-3,800 МГц);
 - 1.2. Условия эксплуатации - стационарный;
 - 1.3. Группа сложности - высшая;
 - 1.4. Чувствительность, ограниченная шумами, при отношении сигнал/шум не менее - 20 дБ по напряжению со входа для внешней антенны, мкВ, не хуже - 30;
 - 1.5. Односигнальная избирательность по соседнему каналу при расстройке ± 9 кГц, дБ, не менее - 60;
 - 1.6. Односигнальная избирательность по зеркальному каналу, дБ, не менее: 30
 - 1.7. Глубина ручной регулировки усиления, дБ - 50.
 - 1.8. Действие ручной автоматической регулировки усиления: изменение уровня сигнала на входе, дБ, - 30
изменение уровня сигнала на выходе, дБ, не более - 10
 - 1.9. Технологическая платформа структурной схемы РВП - аналоговый инфрадинный приемник с технологией программно-определяемого радиоприема (Software Defined Radio).
2. Перечень вопросов, подлежащих разработке:
 - 2.1. Разработку структурной схемы радиоприемника и ее эскизный расчет;
 - 2.2. Электрический расчет принципиальной схемы и симуляция работы в среде к.-л. САД-системы следующих блоков приёмника:
Усилитель высокой частоты и преселектор РВП;
Первый преобразователь;

Фильтр усилителя первой промежуточной частоты;

2.3. Сравнение расчётных характеристик приёмника с заданными ТЗ.

3. Перечень обязательных чертежей:

3.1. Структурная схема приёмника;

3.2. Принципиальная и монтажная схемы перечисленных выше каскадов приёмника, выполненные в системе P-Cad.

3.3. Перечень элементов.

2.4. Топологическая схема и АЧХ ПАВ-фильтра.

4. Перечень обязательных чертежей:

3.4. Структурная схема приёмника;

3.5. Принципиальная схема преселектора и ПрЧ приёмника,

3.6. Перечень элементов.

5. Список литературы:

4.1. Бакеев Д.А., Дуров А.А., Ильюшко С.Г., Марков В.А., Парфёнкин Прием и обработка информации: Курсовое проектирование устройств приема и обработки информации: Учебное пособие. Петропавловск-Камчатский. 2007.

4.2. ГОСТ 5651-89. Аппаратура радиоприемная бытовая. Общие технические условия.

4.3. Фомин Н. Н., Буга Н. Н., Головин О. В. и др. Под редакцией Фомина Н. Н. Радиоприёмные устройства: учебник для вузов.— М.: «Горячая линия» - Телеком, 2007. — 520с.

Тема проекта: Бытовой радиовещательный приемник Б-РВП).

Назначение: бытовой радиоэлектронный аппарат предназначен для приема и воспроизведения радиовещательных программ в соответствии с ГОСТ 5651-89

1. Исходные данные к проекту:

1.1. Диапазон частот - КВ (3,65-3,800 МГц);

1.2. Условия эксплуатации - стационарный;

1.3. Группа сложности - высшая;

1.4. Чувствительность, ограниченная шумами, при отношении сигнал/шум не менее - 20 дБ по напряжению со входа для внешней антенны, мкВ, не хуже - 30;

1.5. Односигнальная избирательность по соседнему каналу при расстройке ± 9 кГц, дБ, не менее - 60;

1.6. Односигнальная избирательность по зеркальному каналу, дБ, не менее: 30

1.7. Глубина ручной регулировки усиления, дБ - 50.

1.8. Действие ручной автоматической регулировки усиления:

изменение уровня сигнала на входе, дБ, - 30

изменение уровня сигнала на выходе, дБ, не более - 10

1.9. Технологическая платформа структурной схемы РВП - аналоговый инфрадинный приемник с с технологией программно-определяемого радиоприема (Software Defined Radio).

2. Перечень вопросов, подлежащих разработке:

2.1. Разработку структурной схемы радиоприемника и ее эскизный расчет;

2.2. Электрический расчет принципиальной схемы и симуляция работы в среде к.-л. CAD-системы следующих блоков приёмника:

Усилитель высокой частоты и преселектор РВП;

Первый преобразователь;

Фильтр усилителя первой промежуточной частоты;

2.3. Сравнение расчётных характеристик приёмника с заданными ТЗ.

3. Перечень обязательных чертежей:

3.1. Структурная схема приёмника;

3.2. Принципиальная и монтажная схемы перечисленных выше каскадов приёмника, выполненные в системе P-Cad.

3.3. Перечень элементов.

2.4. Топологическая схема и АЧХ ПАВ-фильтра.

4. Перечень обязательных чертежей:

3.4. Структурная схема приёмника;

3.5. Принципиальная схема преселектора и ПрЧ приёмника,

3.6. Перечень элементов.

5. Список литературы:

4.1. Бакеев Д.А., Дуров А.А., Ильюшко С.Г., Марков В.А., Парфёнкин Прием и обработка информации: Курсовое проектирование устройств приема и обработки информации: Учебное пособие. Петропавловск-Камчатский. 2007.

4.2. ГОСТ 5651-89. Аппаратура радиоприемная бытовая. Общие технические условия.

4.3. Фомин Н. Н., Буга Н. Н., Головин О. В. и др. Под редакцией Фомина Н. Н. Радиоприёмные устройства: учебник для вузов.— М.: «Горячая линия» - Телеком, 2007. — 520с.

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.

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.