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

Основы теории радиолокационных систем и комплексов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	84	84	часов
5	Самостоятельная работа	60	60	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: 8 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 28694

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от «18» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. РТС	_____	В. П. Денисов
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Старший преподаватель кафа РТС	_____	Д. О. Ноздреватых
Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов

Согласована на портале № 28694

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина “Основы теории радиолокационных систем и комплексов" является одной из завершающих подготовку радиоинженера в области исследования и разработки радиотехнических систем различного назначения. Основная цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы на базе знаний и умений, полученных в предшествующих и смежных курсах,научиться по заданным тактико-техническим характеристикам радиолокационной системы рационально выбрать принцип и структуру ее построения, рассчитать технические требования к входящим в нее устройствам и наметить возможные пути их реализации. Изучение дисциплины должно привить системный подход к проектированию радиолокационных станций.

1.2. Задачи дисциплины

– В результате изучения дисциплины студенты должны:

– знать физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации;

– уметь определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиолокационной системы, найти ее структуру и произвести теоретическую оценку эффективности;

– иметь представление о построении конкретных радиолокационных систем..

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы теории радиолокационных систем и комплексов» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы, Распространение радиоволн, Статистическая радиотехника, Схемотехника аналоговых электронных устройств, Устройства генерирования и формирования сигналов, Физика, Цифровая обработка сигналов, Цифровые устройства и микропроцессоры, Электродинамика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 способностью разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

– ПСК-8.4 способностью выбрать состав радиоэлектронных систем космического комплекса, соответствующих его назначению и предъявленным техническим требованиям;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации;

– **уметь** определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиолокационной системы, найти ее структуру и произвести расчет технических требований к ее элементам;

– **владеть** основами методики расчета технических характеристик конкретных радиолокационных систем, в частности, с использованием пакетов прикладных программ

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
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	84	84

Согласована на портале № 28694

Лекции	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	60	60
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	32
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
8 семестр						
1 1.Физические основы радиолокации	4	4	0	6	14	ПК-2
2 Радиолокационные цели	4	4	0	8	16	ПК-2
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	4	4	4	14	26	ПК-2
4 Дальность радиолокационного наблюдения	6	6	4	10	26	ПК-2
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	6	6	4	10	26	ПК-2
6 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	6	6	4	0	16	ПК-2
7 Пассивная радиолокация	2	2	0	6	10	ПК-2, ПСК-8.4
8 Современное состояние и основные направления развития радиолокации	2	2	0	6	10	ПК-2, ПСК-8.4
Итого за семестр	34	34	16	60	144	
Итого	34	34	16	60	144	

Согласована на портале № 28694

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
8 семестр			
1 1.Физические основы радиолокации	Терминология: радиолокационное наблюдение, радиолокационная станция, радиолокационный канал. Физические основы радиолокации. Методы местоопределения в радиолокации. Линии положения, поле ошибок, рабочие зоны. Активный, полуактивный, пассивный методы радиолокации. Нелинейная радиолокация. Основные тактические и технические характеристики РЛС, их взаимосвязь. Укрупненная структурная схема РЛС. Основное уравнение радиолокации.	4	ПК-2
	Итого	4	
2 Радиолокационные цели	Эффективная поверхность рассеяния и методы ее определения. Способы вычисления ЭПР некоторых одиночных объектов: пластины, шара, полуволнового вибратора. Искусственные отражатели. ЭПР распределенных целей. Статистические модели объектов. ЭПР некоторых реальных объектов. Способы уменьшения и увеличения ЭПР объектов.	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Прием радиолокационных сигналов как статистическая задача. Критерии оптимальности и оптимальные решающие правила. Отношение правдоподобия для сигнала с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне нормального белого шума. Отношение правдоподобия для сигнала со случайными неизмеряемыми параметрами. Модели радиосигналов в задаче обнаружения. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов. Характеристики обнаружения. Структура и качественные показатели устройств оптимальной обработки пачек когерентных радиоимпульсов. Структура и качественные показатели устройств оптимальной обработки пачек некогерентных радиоимпульсов. Расчет коэффициента различимости. Квазиоптимиальные обнаружители пачек радиоимпульсов: цифровой накопитель. Эффективность квазиоптимальных обнаружителей. Измерение информативных параметров радиолокационных сигналов как статистическая задача. Понятие о потенциальной точности. Применение в радиолокации сигналов сложной формы.	4	ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 28694

4 Дальность радиолокационного наблюдения	Основные факторы, влияющие на дальность действия радиосистем. Влияние отражений от земли, зоны обнаружения (диаграмма видимости). Влияние преломления, поглощения и рассеяния радиоволн в атмосфере на дальность действия РЛС. Выбор длины волны для РЛС различного радиуса действия. Обобщенное уравнение радиолокации.Загоризонтные РЛС коротковолнового диапазона.	6	ПК-2
	Итого	6	
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	Импульсный метод измерения дальности. Обобщенная структурная схема импульсного дальномера. Пределы измерения, точность, разрешающая способность. Применение в импульсных дальномерах сигналов сложной формы. ЛЧМ-импульсы и их сжатие. Дисперсионные линии задержки. Фазокодоманипулированные (ФКМ) сигналы и их автокорреляционные функции. Генерирование и оптимальный прием ФКМ сигналов. Применение в РЛ сверхширокополосных сигналов. Подповерхностная радиолокация.Автоматическое сопровождение по дальности в непрерывном режиме и в режиме обзора по угловой координате. Динамическая и флуктуационная ошибки. Цифровые схемы импульсных дальномеров.Фазовые дальномерные системы. Простейшая схема и основное уравнение фазового дальномера. Измерение фазы на несущей частоте и частоте модуляции. Многоканальные системы. Устранение неоднозначности. Измерение радиальной скорости.Частотный метод измерения дальности. Принцип действия и основное уравнение. Постоянная ошибка системы. Влияние движения объекта. Частотный дальномер с синусоидальной модуляцией. Особенности построения дальномера при измерении дальности многих объектов. Последовательный и параллельный частотный анализ. Цифровой анализ.	6	ПК-2
	Итого	6	
6 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	Обзор пространства. Последовательный (одноканальный) обзор. Время обзора и скорость обзора. Виды равномерного последовательного обзора: круговой, секторный, винтовой. Спиральный, конический. Качественные характеристики последовательного обзора. Параллельный и комбинированный методы обзора. Программированный обзор. Использование антенных решеток.Потенциальная точность и угловая разрешающая способность.Обзорные и следящие пеленгаторы. Одноканальные и многоканальные (моноимпульсные) пеленгаторы. Обзорные многобазовые фазовые пеленгаторы. Точность пеленгования. Автоматическое сопровождение целей в амплитудных пелен-	6	ПК-2

Согласована на портале № 28694

	гаторах в режиме обзора. Моноимпульсные следящие пеленгаторы. Принципы построения, классификация, точность и разрешающая способность, примеры построения систем.		
	Итого	6	
7 Пассивная радиолокация	Сущность и области применениия пассивной РЛ. Радиотеплолокация и радиотехническая разведка.Характеристики теплового радиоизлучения объектов. Основные схемы радиометров и их чувствительность к слабым сигналам. Обнаружение радиотепловых сигналов и дальность действия радиотеплолокаторов.	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
8 Современное состояние и основные направления развития радиолокации	Современное состояние и пути развития радиолокационной техники (применение цифровой техники, вторичная обработка информации, радиофотоника, антенные решетки и т. д.)	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
Итого за семестр		34	

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
Предшествующие дисциплины								
1 Основы теории цепей	+			+	+		+	
2 Радиотехнические цепи и сигналы	+		+		+	+		
3 Распространение радиоволн	+		+		+	+		
4 Статистическая радиотехника			+	+		+		
5 Схемотехника аналоговых электронных устройств	+		+		+	+		
6 Устройства генерирования и формирования сигналов			+		+			
7 Физика	+						+	
8 Цифровая обработка сигналов			+		+	+		+
9 Цифровые устройства и микропроцессоры			+		+	+		
10 Электродинамика	+							

Согласована на портале № 28694

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.	
ПК-2	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПСК-8.4	+	+			Экзамен, Опрос на занятиях, 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
8 семестр			
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Согласованная фильтрация известного полезного сигнала на фоне белого шума. Простые и сложные сигналы	4	ПК-2
	Итого	4	
4 Дальность радиолокационного наблюдения	Исследование самолетного радиолокатора «Гроза»	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзораИсследование самолетного высотомераРВ-20	4	ПК-2
	Итого	4	
6 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы Исследование автоматического УКВ пеленгатора АРП-6Д	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 28694

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 1.Физические основы радиолокации	Физические основы обнаружения радиолокационных целей, измерения дальности , угловых координат и радиальной скорости	4	ПК-2
	Итого	4	
2 Радиолокационные цели	Радиолокационные цели и их характеристики. ЭПР объемно распределенных и поверхностно распределенных целей.,:статистические характеристики и методика вычисления.	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов.Оптимальные обнаружители пачек радиоимпульсов	4	ПК-2
	Итого	4	
4 Дальность радиолокационного наблюдения	Дальность действия РЛС в свободном пространствеВлияние земли на дальность действия РЛСВлияние атмосферы на дальность действия РЛС	6	ПК-2
	Итого	6	
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	ИмпульсныедальномерыЧастотные дальномеры, Фазовые дальномеры	6	ПК-2
	Итого	6	
6 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	Расчет параметров радиолокационного обзораМоноимпульсные следящие пеленгаторыОбзорные фазовые пеленгаторы	6	ПК-2
	Итого	6	
7 Пассивная радиолокация	Структурные схемы радиометров и расчет чувствительности	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
8 Современное состояние и основные направления развития радиолокации	Обсуждение технических путей развития радиолокации	2	ПСК-8.4
	Итого	2	
Итого за семестр		34	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 28694

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 1.Физические основы радиолокации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
2 Радиолокационные цели	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-2	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-2	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	14		
4 Дальность радиолокационного наблюдения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	10		
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-2	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
7 Пассивная радиолокация	Подготовка к практическим занятиям, семина-	4	ПК-2	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен

Согласована на портале № 28694

	рам			
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
8 Современное состояние и основные направления развития радиолокации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-2	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		96		

10. Курсовая работа (проект)

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
8 семестр				
Домашнее задание	10	10	10	30
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе		14	14	28
Итого максимум за период	14	28	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	14	42	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.

Согласована на портале № 28694

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. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 334 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664, дата обращения: 13.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. . Бакулев П.А. Радиолокационные системы (учебник для вузов). – М.: радиотехника, 2004 г., 319 стр., (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
2. Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е.Дулевича. М.: Сов. радио, 1978 608 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)
3. . Денисов В.П., Дудко Б.П. Радиотехнические системы. Учебное пособие для ву-зов. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2006 г., 252 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
4. . Васин В.В., Степанов Б.М. Справочник- задачник по радиолокации. М.: Сов. ра-дио, 1977, 315 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852, дата обращения: 13.06.2018.
2. Радиолокационные системы: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Денисов В. П. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1590, дата обращения: 13.06.2018.
3. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1196, дата обращения: 13.06.2018.

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.

Согласована на портале № 28694

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. https://elibrary.ru - электронная научная библиотека
2. 2. https://edu.tusur.ru - научно-образовательный портал ТУСУР
3. 3. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh - информационные, справочные и нормативные базы данных
4.

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

Лаборатория защищенных систем связи

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 432 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приборы измерительные (17 шт.);
- Макеты лабораторные: "Исследование спектров импульсных модулированных сигналов", "Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код", "Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов", "Исследование системы связи с дельта-модуляцией", "Исследование биортогонального кода", "Исследование сверточного кода", "Код с проверкой на четность и циклический код";
- Компьютер WS3;
- Компьютер Celeron (4 шт.);
- Телевизор плазменный Pioneer с диагональю экрана 51;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro
- PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория радиотехнических систем

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 422 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- МФУ лазерное HP Laser Jet Pro M1132;
- Телевизор плазменный Samsung 51;
- Компьютеры (3 шт.);
- Компьютер Asus PSH61-MLX (2 шт.);
- Компьютер Celeron;

Согласована на портале № 28694

- Макеты лабораторные (11 шт.);
- Установка «Гроза»;
- Аппарат слепой посадки МП;
- Изделие АРП-601;
- Имитатор курса НИКГ-1;
- Радиовысотомер РВ-5 (2 шт.);
- Радиодальномер СД-67;
- Радиокомпас АРК-15М;
- Стенд АРК-11;
- Стенд МП;
- Радиолокатор самолетный;
- Приборы измерительные (52 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– Microsoft Windows 7 Pro
– PTC Mathcad13, 14

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 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** исполь-

Согласована на портале № 28694

зуются 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 В схеме оптимального обнаружителя одиночного радиоимпульса вероятность правильного обнаружения

- зависит от вероятности ложной тревоги
- не зависит от вероятности ложной тревоги
- правильный ответ зависит от модели сигнала.
- правильный ответ зависит от установленного порога

2. Угловые координаты источника радиоизлучения (переизлучения) определяются по

- амплитуде принимаемого сигнала
- фазе принимаемого сигнала
- поляризации принимаемой волны
- фазовому фронту принимаемой радиоволны;

3. В радиолокации сигналы сложной формы используются для

- повышения точности измерения дальности;
- повышения точности измерения скорости;
- увеличения скорости обзора пространства
- удовлетворения противоречивых требований по дальности действия и разрешающей способности по дальности

4. Применение принципов моноимпульсной радиолокации позволяет

- упростить аппаратуру РЛС, сделав ее одноканальной
- уменьшить время обзора пространства;
- исключить влияние амплитудных флуктуаций цели на точность измерения ее угловых координат
- уменьшить энергию зондирующего сигнала.

5. Интервал однозначного измерения дальности в импульсных дальномерах определяется

- периодом следования импульсов зондирующего сигнала
- мощностью зондирующего сигнала и чувствительностью приемника;
- схемой построения индикаторного устройства
- методом обзора пространства.

6. Наличие «мертвой зоны» в импульсных дальномерах является следствием

- наличия антенного коммутатора в схеме дальномера;
- невозможности на достаточном уровне «развязать» приемные и передающие устройства
- несовершенства индикаторных устройств РЛС.
- плохой чувствительности приемника

7. Какой из критериев оптимальности правил принятия решения об обнаружении сигнала в шумах является наиболее общим

- Неймана-Пирсона

Согласована на портале № 28694

- минимума среднего риска
- максимального правдоподобия
- идеального наблюдателя

8. Каким законом можно аппроксимировать распределение вероятностей ЭПР реальной сложной цели?
- нормальным
- экспоненциальным
- Релеевским
- обобщенным Релеевским

9. От каких параметров сигнала зависит вероятность правильного обнаружения сигнала схемой оптимального обнаружителя?
- амплитуды
- мощности
- длительности
- энергии

10.Как коэффициент поглощения радиоволн молекулами газов, содержащихся в воздухе, зависит от длины волны?
- не зависит от длины волны
- увеличивается с ростом длины волны
- уменьшается с ростом длины волны
- зависимость носит резонансный характер

11.Как коэффициент поглощения радиоволн гидрометеорами, зависит от длины волны?
- не зависит от длины волны
- увеличивается с ростом длины волны
- уменьшается с ростом длины волны
- зависимость носит резонансный характер

12.Предельная разрешающая способность РЛС по дальности определяется :
- видом модуляции зондирующего сигнала
- шириной спектра зондирующего сигнала
- длительностью зондирующего сигнала
- отношением сигнал-шум на входе приемника

13. Круговой обзор пространства в импульсной РЛС с «косекансным» лучом позволяет измерить
- азимут цели и дальность до нее
- только азимут цели
- только дальность до цели
- дальность до цели и ее высоту

14. Ширина спектра ФКМ сигнала определяется
- кодом фазовой манипуляции
- количеством парциальных импульсов
- длительностью парциального импульса
- длительностью всего импульса

15. Отражения радиоволн от земной поверхности
- уменьшают дальность действия РЛС
- увеличивают дальность действия РЛС
- могут как увеличить, так и уменьшить дальность действия РЛС
- не влияют на дальность действия РЛС

16. «Ошибка дискретности» измерения дальности частотным дальномером является следствием
- периодичности закона частотной модуляции
- свойств дискретного преобразования Фурье
- несовершенства оконечного устройства

Согласована на портале № 28694

- влияния паразитной амплитудной модуляции зондирующих сигналов

17. Динамическая ошибка сопровождения цели в импульсных автодальномерах зависит от

- длительности зондирующих импульсов
- типа схемы задержки стробов
- вида оконечного устройства
- количества интеграторов в схеме экстраполятора

18. Длительность прямого хода линейной развертки в импульсных дальномерах с индикацией на электронно-лучевых трубках зависит от

- длительности зондирующих импульсов
- частоты следования зондирующих импульсов
- типа применяемой электронно-лучевой трубки
- периода обзора пространства радиолокатором

19. Какой из методов определения местоположения цели используется в активных РЛС?

- дальномерный
- дальномерно-пеленгационный
- разностно-дальномерный
- пеленгационный

20. Предельное разрешение сигналов по скорости зависит от

- длительности зондирующих импульсов
- несущей частоты зондирующих сигналов
- метода измерения
- метода обзора пространства

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Виды радиолокации.
2. Импульсные дальномеры с индикацией на ЭЛТ.
3. Радиотехнические методы определения местоположения.
4. Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве.
5. Основные тактические и технические параметры РЛС.
6. Критерии оптимальности в задаче радиолокационного обнаружения.
7. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с полностью известными параметрами, принимаемых на фоне нормального белого шума.
8. Оптимальные обнаружители пачек когерентных радиоимпульсов.
9. Оптимальные обнаружители пачек некогерентных радиоимпульсов.
10. Дальность действия активного радиолокатора с активным ответом в свободном пространстве.
11. Понятие об ЭПР радиолокационных целей. Классификация целей.
12. Методика расчета ЭПР объемно-распределенных целей.
13. Понятие о сжатии импульсов в радиолокации.
14. Влияние отражений от Земли на дальность действия РЛС.
15. Влияние атмосферы на дальность действия РЛС.
16. Отношение правдоподобия для сигнала в виде одиночного радиоимпульса с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне белого гауссова шума.
17. Расчет коэффициента различимости при радиолокационном обнаружении.
18. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с неизвестной начальной фазой, принимаемых на фоне нормального белого шума.
19. Понятие о характеристиках обнаружения.
20. Характеристики ЭПР реальных радиолокационных целей.
21. Оптимальные обнаружители ФКМ сигналов, принимаемых на фоне нормального белого шума.
22. Использование в РЛ сигналов сложной формы.
23. Импульсный метод измерения дальности: обобщенная структурная схема дальномера; основные расчетные соотношения.
24. Свойства точечных оценок параметров распределений.

Согласована на портале № 28694

25. Максимально правдоподобные оценки параметров сигналов.

26. Принцип действия частотного дальномера; основные расчетные соотношения.

27. ЭПР поверхностно-распределенных целей.

28. РЛС кругового обзора; структурная схема и основные расчетные соотношения при круговом обзоре.

29. Максимально правдоподобная оценка амплитуды сигнала.

30. Мультипликативные (логарифмические) моноимпульсные пеленгаторы.

31. Принципы построения и классификация моноимпульсных пеленгаторов.

32. Максимально правдоподобная оценка неэнергетического параметра сигнала

33. Методы амплитудного пеленгования.

34. Цифровые импульсные дальномеры

35. Физические основы радиотехнических методов обнаружения объектов, определение их координат и скорости.

36. Сопровождение целей в импульсных дальномерах.

37. Цифровые обнаружители пачек радиоимпульсов.

38. Методы обзора пространства в радиолокации.

39. Методика расчета периода последовательного обзора пространства в РЛ.

40. Основные модели радиолокационных сигналов в задаче обнаружения.

41. Точность радиотехнических методов определения местоположения.

1. Виды радиолокации.

2. Импульсные дальномеры с индикацией на ЭЛТ.

3. Радиотехнические методы определения местоположения.

4. Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве.

5. Основные тактические и технические параметры РЛС.

6. Критерии оптимальности в задаче радиолокационного обнаружения.

7. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с полностью известными параметрами, принимаемых на фоне нормального белого шума.

8. Оптимальные обнаружители пачек когерентных радиоимпульсов.

9. Оптимальные обнаружители пачек некогерентных радиоимпульсов.

10. Дальность действия активного радиолокатора с активным ответом в свободном пространстве.

11. Понятие об ЭПР радиолокационных целей. Классификация целей.

12. Методика расчета ЭПР объемно-распределенных целей.

13. Понятие о сжатии импульсов в радиолокации.

14. Влияние отражений от Земли на дальность действия РЛС.

15. Влияние атмосферы на дальность действия РЛС.

16. Отношение правдоподобия для сигнала в виде одиночного радиоимпульса с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне белого гауссова шума.

17. Расчет коэффициента различимости при радиолокационном обнаружении.

18. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с неизвестной начальной фазой, принимаемых на фоне нормального белого шума.

19. Понятие о характеристиках обнаружения.

20. Характеристики ЭПР реальных радиолокационных целей.

Согласована на портале № 28694

21. Оптимальные обнаружители ФКМ сигналов, принимаемых на фоне нормального белого шума.

22. Использование в РЛ сигналов сложной формы.

23. Импульсный метод измерения дальности: обобщенная структурная схема дальномера; основные расчетные соотношения.

24. Свойства точечных оценок параметров распределений.

25. Максимально правдоподобные оценки параметров сигналов.

26. Принцип действия частотного дальномера; основные расчетные соотношения.

27. ЭПР поверхностно-распределенных целей.

28. РЛС кругового обзора; структурная схема и основные расчетные соотношения при круговом обзоре.

29. Максимально правдоподобная оценка амплитуды сигнала.

30. Мультипликативные (логарифмические) моноимпульсные пеленгаторы.

31. Принципы построения и классификация моноимпульсных пеленгаторов.

32. Максимально правдоподобная оценка неэнергетического параметра сигнала

33. Методы амплитудного пеленгования.

34. Цифровые импульсные дальномеры

35. Физические основы радиотехнических методов обнаружения объектов, определение их координат и скорости.

36. Сопровождение целей в импульсных дальномерах.

37. Цифровые обнаружители пачек радиоимпульсов.

38. Методы обзора пространства в радиолокации.

39. Методика расчета периода последовательного обзора пространства в РЛ.

40. Основные модели радиолокационных сигналов в задаче обнаружения.

41. Точность радиотехнических методов определения местоположения.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Ниже приводится примерный перечень вопросов, задаваемых студентам.

Занятие 1. Тема «Физические основы радиолокации»

На первом занятии проводится входной контроль.

Студентам предлагается в письменной форме ответить на ряд вопросов из предшествующих курсов. Преподаватель использует ответы для знакомства с аудиторией и планирования последующей работы с ней. В 2016 году студентам были предложены следующие контрольные вопросы.

1. Какая электрическая цепь называется линейной?

2. Какими функциями полностью описывается линейная цепь с постоянными параметрами?

3.Чтотакое коэффициент усиления антенны?

4. Как зависит ширина диаграммы зеркальной антенны от ее размеров?

5. Что такое коэффициент шума приемника?

6. Что такое стационарный случайный процесс?

7. Что такое нормальный белый шум?

8. Что такое потенциальная точность измерения?

9. Что такое рефракция?

10. На какой, приблизительно, высоте над землей находится ионосфера?

11. Что такое согласованный фильтр?

12. Какие критерии оптимальности в задаче обнаружения сигналов Вам известны?

13. Что такое плотность распределения вероятностей?

Затем задаются вопросы по теме занятия.

- Что является физической основой радиотехнических методов измерения дальности до объекта наблюдения?

- Какой параметр принимаемой радиоволны несет информацию об ее «угле прихода»?

- Что такое «пеленгование», какие существуют методы пеленгования?

-Что является физической основой измерения радиальной скорости объекта наблюдения?

- Какие факторы ограничивают дальность радиолокационного наблюдения?

- Каков диапазон длин волн, используемых в радиолокации? Чем он определяется?

Согласована на портале № 28694

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из первой главы «Справочника –задачника»

Занятие 2. Тема « Дальность действия РЛС в свободном пространстве»

Студентам задаются следующие вопросы

- Что такое дальность действия РЛС?

-Напишите основное уравнение радиолокации и поясните входящие в него величины.

- Какие факторы, не учтенные в основном уравнении радиолокации, влияют на дальность действия РЛС у поверхности земли?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из пятой главы «Справочника –задачника».

Занятие 3. Тема «Радиолокационные цели и их характеристики»

Студентам задаются следующие вопросы

- Что такое эффективная поверхность рассеяния (ЭПР) радиолокационной цели?

- Как можно измерить ЭПР какого-либо заданного объекта?

- Что такое флуктуации радиолокационных целей и каковы причины их появления?

- Каким законом можно аппроксимировать плотность распределения вероятностей ЭПР реальных целей?

- Как найти ЭПР отражений от земной поверхности?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из второй главы «Справочника –задачника»

Занятие 4. Тема «Обнаружение радиолокационных сигналов».

Студентам задаются следующие вопросы

- Какие критерии оптимальности правил принятия решения о наличии или отсутствии сигнала Вам известны?

- В чем заключаются соответствующие правила принятия решения?

- Начертите структурную схему оптимального обнаружителя радиоимпульса с полностью известными параметрам, принимаемого на фоне нормального белого шума..

- От каких параметров сигнала, помехи и схемы зависят вероятность правильного обнаружения и ложной тревоги?

- Почему вероятность ложной тревоги обычно выбирают очень малой?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из четвертой главы «Справочника –задачника»

Занятие 5. Тема «Влияние земли и атмосферы на дальность действия РЛС».

Студентам задаются следующие вопросы

- Каковы физические причины поглощения радиоволн в атмосфере?

- Как коэффициент поглощения зависит от длины волны?

- Что такое диаграмма видимости РЛС ?

- Начертить примерный вид диаграммы видимости. Объяснить физическую природу ее лепестковой структуры.

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из пятой главы «Справочника –задачника».В процессе решения одной из задач студентам предлагается вывести формулу для дальности действия пассивного локатора, работающего в поглощающей атмосфере.

Занятие 6. Тема «Импульсные дальномеры»

Студентам задаются следующие вопросы

- Начертить на доске структурную схему импульсного дальномера с индикацией на электронно-лучевой трубке и пояснить его работу с помощью эпюр напряжений.

- Перечислить источники погрешностей измерения дальности.

- Что такое коэффициент ухудшения потенциальной точности?

- Каковы пути уменьшения погрешности измерения дальности за счет несовершенства индикатора?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из седьмой главы «Справочника – задачника».

В добавление к условиям задач, приведенных в «Справочнике – задачнике», студенты должны начертить структурные схемы дальномеров, соответствующих решению, и эпюры напряжений

Согласована на портале № 28694

в характерных точках схемы с указанием периодов повторения и длительности импульсов.

Занятие 7. Тема «Разрешающая способность РЛС по дальности и радиальной скорости»

Студентам задаются следующие вопросы

- Что такое разрешающая способность по дальности?
- Что такое разрешающая способность по дальности и радиальной скорости?
- Что такое потенциальная разрешающая способность?
- Почему реальная разрешающая способность по дальности отличается от потенциальной? Что такое коэффициент ухудшения разрешающей способности?
- Как связана разрешающая способность с функцией неопределенности?
- Как строится аппаратура для оптимального разрешения оп дальности и радиальной скорости?

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из шестой главы «Справочника – задачника».

Занятие 8. Тема «Обзор пространства в радиолокации».

Студентам задаются следующие вопросы

- Что такое радиолокационный обзор пространства?
- Почему обычно обзор пространства рассматривается только по угловым координатам ?
- Какие способы обзора пространства существуют?
- Что такое коэффициент обзора?
- Начертите укрупненную структурную схему РЛС кругового обзора и поясните ее работу с помощью эпюр напряжений в характерных точках.

После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из шестой главы «Справочника – задачника».

1. Виды радиолокации.
2. Импульсные дальномеры с индикацией на ЭЛТ.
3. Радиотехнические методы определения местоположения.
4. Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве.
5. Основные тактические и технические параметры РЛС.
6. Критерии оптимальности в задаче радиолокационного обнаружения.
7. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с полностью известными параметрами, принимаемых на фоне нормального белого шума.

14.1.4. Темы домашних заданий

Домашние задания выдаются в виде задач По каждой из тем курса задачи имеются в источнике:«Справочник-задачник по радиолокации» (пункт 4 списка дополнительной литературы): глава 1, с15 – 72; глава 2 с.80 – 94; глава 3, с.96 – 114; глава 4, с.118 – 143; глава 5, с.148 – 154; глава 6,с. 159 – 167; глава 7, с. 170 – 177.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Согласованная фильтрация известного полезного сигнала на фоне белого шума. Простые и сложные сигналы

Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзора

Исследование самолетного высотомера

РВ-20

Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы

Исследование автоматического УКВ пеленгатора АРП-6Д

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополни-

Согласована на портале № 28694

тельные 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.

Согласована на портале № 28694