МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Радиолокационные каналы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
4	Самостоятельная работа	36	36	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12029

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от «25» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. РТС _____ Бутько В. А.

Заведующий обеспечивающей каф.
РТС _____ Мелихов С. В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.
РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

старший преподаватель каф. РТС _____ Ноздреватых Д. О.

Согласована на портале № 12029

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Радиолокационные каналы» является формирование у студентов знаний, умений и навыков, позволяющих самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в радиолокационных каналах, разрабатывать статистические модели сигналов и помех, проводить количественный анализ влияния среды распространения, объектов локации и источников помех на основные характеристики радиолокационных систем.

1.2. Задачи дисциплины

– изучение физических и математических моделей процесса формирования сигналов и помех в радиолокационных каналах;

– освоение методов оценки влияния радиолокационных характеристик объектов, среды распространения, естественных и организованных помех на дальность действия и точностные характеристики радиолокационных систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиолокационные каналы» (Б1.Б.30.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Распространение радиоволн, Статистическая радиотехника, Статистическая теория радиотехнических систем, Устройства СВЧ и антенны, Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, Проектирование радиотехнических систем, Радиолокационные системы с синтезированием апертуры антенн, Радиолокационные станции.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-1.1 способностью оценивать основные характеристики радиолокационных систем;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** структуры радиолокационных каналов для различных видов радиолокации; физические и математические модели элементов радиолокационного канала и процесса формирования сигнала на входе приемного устройства радиолокационной системы; основные эффекты и методы оценки влияния земной поверхности и атмосферы на дальность радиолокационного обнаружения и точность измерения координат целей; источники и характеристики естественных и организованных помех радиолокационным системам;

– **уметь** разрабатывать математические модели сигналов и помех на входе приемного устройства радиолокационной системы; проводить выбор и обоснование статистических моделей полезных и помеховых сигналов и значений параметров этих моделей; оценивать ошибки радиолокационных измерений, обусловленные характеристиками цели и условиями распространения радиоволн; выполнять расчеты наблюдаемости целей на фоне активных и пассивных помех

– **владеть** методами моделирования сигналов и помех на входе радиолокационной системы; методами оценки влияния параметров среды распространения радиоволн и характеристик радиолокационных объектов на дальность действия и точностные характеристики радиолокационных систем и комплексов; методиками расчета наблюдаемости радиолокационных целей на фоне активных и пассивных помех.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр

Согласована на портале № 12029

Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Проработка лекционного материала	13	13
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	23	23
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

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	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Структура и математические модели радиолокационных каналов	2	2	2	6	ПСК-1.1
2	Радиолокационные объекты. Классификация и основные характеристики	2	2	3	7	ПСК-1.1
3	Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов	8	8	8	24	ПСК-1.1
4	Радиолокационные характеристики распределенных объектов	7	8	8	23	ПСК-1.1
5	Влияние среды распространения на формирование радиолокационного сигнала. Влияние земной поверхности	8	8	6	22	ПСК-1.1
6	Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала	7	6	6	19	ПСК-1.1
7	Источники и характеристики помех радиолокации	2	2	3	7	ПСК-1.1
	Итого	36	36	36	108	

Согласована на портале № 12029

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
7 семестр			
1 Структура и математические модели радиолокационных каналов	Предмет и содержание дисциплины. Понятие радиолокационного канала (РЛК). Структурные схемы РЛК для различных видов локации. Математические модели элементов РЛК. Математическая модель процесса формирования сигнала на входе приемника радиолокационной системы (РЛС).	2	ПСК-1.1
	Итого	2	
2 Радиолокационные объекты. Классификация и основные характеристики	Общие сведения о радиолокационных объектах. Классификация объектов. Явление вторичного излучения. Комплексный коэффициент отражения цели. Моностатическая и бистатическая диаграммы рассеяния. Поляризационные характеристики радиолокационных объектов. Понятие эффективной площади рассеяния (ЭПР) цели. Дальность действия РЛС в свободном пространстве.	2	ПСК-1.1
	Итого	2	
3 Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов	Характеристики вторичного излучения тел простой формы. Искусственные отражатели и противорадиолокационные покрытия. Понятие точечного отражателя. Двухточечная и многоточечная модели объектов сложной формы. Преобразование частотно-временной структуры сигнала движущимися точечной и двухточечной целью. Пространственная структура поля двухточечного вторичного излучателя. Кажущийся центр вторичного излучения цели. Шумы цели: амплитудные, угловые, дальномерные, доплеровские и поляризационные. Ошибки радиолокационных измерений, обусловленные шумами цели. Статистические модели и характеристики сигналов, отраженных	8	ПСК-1.1

Согласована на портале № 12029

	реальными целями. Данные о средних значениях ЭПР радиолокационных целей.		
	Итого	8	
4 Радиолокационные характеристики распределенных объектов	Общая характеристика распределенных объектов. Удельная ЭПР объемно-распределенного объекта и эффективная ЭПР разрешаемого объема. Характеристики рассеяния на гидрометеорах. Рассеяние на облаках дипольных отражателей. Отражения от оптически ненаблюдаемых объектов (ангел-эхо). Статистические характеристики отражений объемно-распределенными объектами: плотности вероятностей амплитуды и ЭПР, энергетические спектры. Физические модели обратного рассеяния радиоволн поверхностно-распределенными объектами. Удельная ЭПР поверхностно-распределенного объекта и мощность отраженного сигнала. Статистические модели, энергетические и спектральные характеристики отражений поверхностно-распределенными объектами. Приближенные эмпирические формулы для расчета удельной ЭПР суши и морской поверхности.	7	ПСК-1.1
	Итого	7	
5 Влияние среды распространения на формирование радиолокационного сигнала. Влияние земной поверхности	Диапазоны частот, выделенные для радиолокации. Общая характеристика влияния среды распространения на формирование радиолокационных сигналов. Физические явления при распространении радиоволн (отражение, рассеяние, интерференция, дифракция, рефракция, поглощение). Понятие множителя ослабления поля свободного пространства. Множитель ослабления и уравнение дальности радиолокационного обнаружения цели в приближении плоской гладкой земной поверхности и однородной атмосферы. Учет сферичности земной поверхности. Дальность прямой видимости. Дифракция радиоволн. Влияние неровностей земной поверхности на поле отраженной волны. Зеркальная и диффузная	8	ПСК-1.1

Согласована на портале № 12029

	компоненты отраженной волны. Эффективный коэффициент отражения. Зоны видимости РЛС. Ошибки измерения угла места цели, обусловленные отражениями от земной поверхности.		
	Итого	8	
6 Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала	Электрические свойства атмосферы. Модели вертикального профиля показателя преломления атмосферы. Явление рефракции радиоволн. Виды рефракции. Влияние рефракции на дальность действия РЛС и точность измерения координат цели. Поглощение и рассеяние радиоволн в тропосфере. Удельный коэффициент ослабления. Учет поглощения энергии радиоволн при расчете дальности действия РЛС. Загоризонтное распространение радиоволн. Распространение радиоволн в тропосферных волноводах. Дальнее тропосферное распространение УКВ. Статистические модели загоризонтных сигналов. Энергетические и корреляционные свойства сигналов. Погрешности пеленгования загоризонтных источников излучения. Численные методы моделирования распространения радиоволн с учетом влияния земной поверхности и атмосферы. Системы оперативного прогноза множителя ослабления и зон видимости РЛС.	7	ПСК-1.1
	Итого	7	
7 Источники и характеристики помех радиолокации	Общие сведения о помехах. Активные и пассивные помехи. Естественные и организованные помехи. Способы создания организованных помех. Наблюдаемость целей на фоне пассивных помех. Активные маскирующие помехи. Уравнение дальности действия РЛС при воздействии маскирующих активных помех.	2	ПСК-1.1
	Итого	2	
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 представ-лены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 12029

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
Предшествующие дисциплины								
1	Распространение радиоволн	+				+	+	+
2	Статистическая радиотехника	+	+	+	+	+	+	+
3	Статистическая теория радиотехнических систем	+	+	+	+	+	+	+
4	Устройства СВЧ и антенны	+	+	+	+			
5	Электродинамика	+	+	+	+			
Последующие дисциплины								
1	Основы теории радиолокационных систем и комплексов	+	+	+	+	+	+	+
2	Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы	+						+
3	Проектирование радиотехнических систем	+	+	+	+	+	+	+
4	Радиолокационные системы с синтезированием апертуры антенн		+	+	+	+	+	+
5	Радиолокационные станции	+	+	+	+	+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ПСК-1.1	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

Согласована на портале № 12029

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Структура и математические модели радиолокационных каналов	Структурные схемы радиолокационных каналов. Представление радиолокационного канала последовательным соединением линейных многополюсников. Математические модели элементов радиолокационного канала. Формирование сигнала на входе приемной системы РЛС.	2	ПСК-1.1
	Итого	2	
2 Радиолокационные объекты. Классификация и основные характеристики	Классификация и основные характеристики радиолокационных объектов. Диаграмма рассеяния и поляризационные свойства радиолокационного объекта. Понятие ЭПР цели. Расчет диаграммы обратного рассеяния и поляризационной матрицы рассеяния полуволнового вибратора.	2	ПСК-1.1
	Итого	2	
3 Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов	ЭПР целей простой формы. Зависимость ЭПР от длины волны. Эффект Доплера в радиолокации. Расчет ширины спектра флуктуаций отраженного сигнала на примере двухточечной цели. Шумы цели. Расчет ошибок измерения координат цели, обусловленные её шумами. Законы распределения амплитуды и мощности сигнала, отраженного сложной целью.	8	ПСК-1.1
	Итого	8	
4 Радиолокационные характеристики распределенных объектов	Понятие удельной ЭПР объемно-распределенного объекта. Расчет энергетических и спектральных характеристик сигналов, отраженных объемно-распределенными объектами. Расчет наблюдаемости (радиолокационного контраста) цели на фоне объемно-распределенных рассеивателей. Понятие удельной ЭПР	8	ПСК-1.1

Согласована на портале № 12029

	поверхностно-распределенного объекта.Расчет энергетических характеристик сигналов, отраженных поверхностно-распределенными объектами. Расчет наблюдаемости (радиолокационного контраста) цели на фоне поверхностно-распределенных рассеивателей.Статистические модели сигналов, отраженных распределенными объектами.		
	Итого	8	
5 Влияние среды распространения на формирование радиолокационного сигнала. Влияние земной поверхности	Влияние земной поверхности на формирование радиолокационного сигнала. Расчет множителя влияния Земли. Расчет и построение зон видимости РЛС. Расчет ошибок измерения угла места цели, обусловленной отражениями от земной поверхности.	8	ПСК-1.1
	Итого	8	
6 Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала	Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Расчет дальности действия РЛС с учетом рефракции и поглощения радиоволн в атмосфере. Расчет ошибок измерения дальности угловых координат цели, обусловленных рефракцией радиоволн.	6	ПСК-1.1
	Итого	6	
7 Источники и характеристики помех радиолокации	Активные и пассивные помехи радиолокации. Расчет мощности сигнала пассивной помехи. Расчет дальности действия РЛС при воздействии маскирующих активных помех.	2	
	Итого	2	
Итого за семестр		36	

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
7 семестр				
1 Структура и математические модели	Подготовка к практическим занятиям,	1	ПСК-1.1	Домашнее задание, Конспект

Согласована на портале № 12029

радиолокационных каналов	семинарам			самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
2 Радиолокационные объекты. Классификация и основные характеристики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПСК-1.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	8		
4 Радиолокационные характеристики распределенных объектов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПСК-1.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	8		
5 Влияние среды распространения на формирование радиолокационного сигнала. Влияние земной поверхности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-1.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
6 Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПСК-1.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
7 Источники и характеристики помех радиолокации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-1.1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		36		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		72		

Согласована на портале № 12029

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
7 семестр				
Домашнее задание	10	12	10	32
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Опрос на занятиях	8	8	7	23
Итого максимум за период	23	25	22	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	48	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)

Согласована на портале № 12029

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: 27.01.2017.
2. Радиолокационные системы: Учебник для вузов / П. А. Бакулев. – М.: Радиотехника, 2004. – 319 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Я.Д. Ширман [и др.]; ред.: Я.Д. Ширман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2007. – 510 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Справочник-задачник по радиолокации: справочное издание / В.В. Васин, Б.М. Степанов. – М.: Советское радио, 1977. – 315 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)
3. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / Боков Л. А., Мандель А. Е., Замотринский В. А. - 2013. 410 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3289, дата обращения: 27.01.2017.
4. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: Учебное пособие / Буянов Ю. И., Гошин Г. Г. - 2013. 300 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3608, дата обращения: 27.01.2017.

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: 27.01.2017.
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: 27.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - https://edu.tusur.ru/.
2. Библиотека ТУСУРа - https://lib.tusur.ru/.
3. Информационно-справочные и поисковые системы сети Интернет.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством

Согласована на портале № 12029

посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 422. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры ПЭВМ INTEL Celeron - 4 шт.; Телевизор (LED 50" (127 см) Toshiba 50L4353 - 1 шт. Используется лицензионное программное обеспечение: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft Office Visio 2010.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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)

Согласована на портале № 12029

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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12029

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Радиолокационные каналы

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- доцент каф. РТС Бутько В. А.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12029

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПСК-1.1	способностью оценивать основные характеристики радиолокационных систем	Должен знать структуры радиолокационных каналов для различных видов радиолокации; физические и математические модели элементов радиолокационного канала и процесса формирования сигнала на входе приемного устройства радиолокационной системы; основные эффекты и методы оценки влияния земной поверхности и атмосферы на дальность радиолокационного обнаружения и точность измерения координат целей; источники и характеристики естественных и организованных помех радиолокационным системам; ; Должен уметь разрабатывать математические модели сигналов и помех на входе приемного устройства радиолокационной системы; проводить выбор и обоснование статистических моделей полезных и помеховых сигналов и значений параметров этих моделей; оценивать ошибки радиолокационных измерений, обусловленные характеристиками цели и условиями распространения радиоволн; выполнять расчеты наблюдаемости целей на фоне активных и пассивных помех; Должен владеть методами моделирования сигналов и помех на входе радиолокационной системы; методами оценки влияния параметров среды распространения радиоволн и характеристик радиолокационных объектов на дальность действия и точностные характеристики радиолокационных систем и комплексов; методиками расчета наблюдаемости радиолокационных целей на фоне активных и пассивных помех.;

Согласована на портале № 12029

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПСК-1.1

ПСК-1.1: способностью оценивать основные характеристики радиолокационных систем.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает физические и математические модели процесса формирования сигналов и помех в радиолокационных каналах, основные характеристики радиолокационных систем и методы их оценки.	Умеет оценивать основные характеристики радиолокационных систем с учетом влияния параметров среды распространения радиоволн, характеристик объектов локации и источников помех.	Владеет навыками расчета и представления основных характеристик радиолокационных систем различного назначения.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях;	• Домашнее задание; • Опрос на занятиях;	• Домашнее задание; • Экзамен;

Согласована на портале № 12029

оценивания	• Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Конспект самоподготовки; • Экзамен;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает различные методы и способы представления радиолокационного канала в виде физических и математических моделей с различным уровнем детализации;	• Свободно применяет математический аппарат для описания радиолокационной системы и расчета её основных характеристик с учетом влияния внешних факторов;	• Свободно владеет методами расчета основных характеристик радиолокационных систем с учетом влияния среды распространения радиоволн и действия помех;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные методы и способы представления радиолокационного канала в виде физических и математических моделей с различным уровнем детализации;	• Применяет математический аппарат для описания радиолокационной системы и расчета её основных характеристик с учетом влияния внешних факторов;	• Владеет методами расчета основных характеристик радиолокационных систем с учетом влияния среды распространения радиоволн и действия помех;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает методы представления радиолокационного канала в виде физических и математических моделей;	• Применяет математический аппарат для расчета основных характеристик радиолокационных систем;	• Владеет методикой расчета основных характеристик радиолокационных систем с учетом влияния среды распространения радиоволн;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– 1. Какие элементы включает в себя радиолокационный канал? Изобразите схематически структуру активного радиолокационного канала. 2. Напишите в общем виде выражение для сигнала на выходе приемной антенны РЛС при наблюдении одиночной сложной цели и воздействии активных и пассивных помех. 3. Дайте классификацию радиолокационных объектов по соотношению между их размерами и размерами разрешаемого РЛС объема. 4. Дайте определение ЭПР цели. Приведите общую формулу для её расчета. От каких факторов зависит ЭПР цели. 5. Почему диаграмма рассеяния уголкового отражателя значительно шире, чем плоского листа? При каких условиях площадь поперечного сечения проводящей сферы можно считать равной её ЭПР? 6. Напишите уравнение дальности действия РЛС в свободном пространстве. Дайте определение входящих в уравнение величин. 7. Поясните физику возникновения шумов цели – амплитудного, углового, дальномерного и скоростного. К чему ведут шумы цели? 8. Объясните

Согласована на портале № 12029

причины возникновения флуктуаций ЭПР сложных целей. Какие законы распределения вероятностей используют для описания амплитуды отраженного сигнала и ЭПР цели? 9. Какие параметры используют для характеристики скорости флуктуаций ЭПР цели? 10. Дайте определение удельной ЭПР объемно-распределенной цели. Как рассчитывается ЭПР такой цели? 11. Дайте определение удельной ЭПР поверхностно-распределенной цели. Как рассчитывается ЭПР такой цели? 12. Перечислите диапазоны частот, выделенные для радиолокации. Дайте краткую характеристику особенностей распространения радиоволн каждого из диапазонов. 13. Напишите уравнение дальности действия РЛС с учетом влияния отражений радиоволн от земной поверхности. Объясните причину трудности радиолокационного обнаружения низколетящих целей. 14. Как отражения от земной поверхности влияют на точность измерения угла места цели? 15. В чем заключается явление рефракции радиоволн? Каким образом рефракция радиоволн влияет на дальность действия РЛС и точность измерения координат цели? 16. Каковы физические причины затухания радиоволн в тропосфере? Как оно учитывается при расчете дальности действия РЛС? 17. Дайте определение зоны видимости РЛС. Как учитывается кривизна земной поверхности при построении зоны видимости РЛС? 18. С какими эффектами распространения радиоволн связана возможность обнаружения целей за пределами горизонта? Каковы особенности загоризонтных радиолокационных сигналов? 19. К какому виду помех относятся флуктуации радиоволн, обусловленные случайной неоднородностью среды распространения радиоволн. Перечислите эффекты влияния этих флуктуаций на характеристики радиолокационных сигналов. 20. Назовите основные виды и источники помех радиолокационным системам. Дайте их характеристику. 21. Дайте определение и назовите характеристики естественных и организованных пассивных помех радиолокационных системам. Как рассчитывается наблюдаемость цели на фоне пассивной помехи? 22. Какие методы защиты от пассивных помех существуют и на чем они основаны? 23. Дайте определение и назовите характеристики естественных и организованных активных помех радиолокационных системам. Как рассчитывается наблюдаемость цели на фоне активной помехи? 24. В чем отличие прицельных и заградительных активных помех. Какие существуют методы защиты от активных помех?

3.2 Темы домашних заданий

– Домашние задания выдаются в виде задач из «Справочника-задачника по радиолокации» (см. пункт 2 в разделе 4.2). Ниже приведены примеры типовых задач. 1. Цель представляет собой два одинаковых изотропных точечных отражателя, расположенных на неотражающей штанге длиной L=5 м. Длина волны РЛС равна 5 см. Найти значения углов ориентации цели относительно РЛС, при которых эта цель имеет наибольшую и наименьшую ЭПР. 2. В проектируемой импульсной РЛС требуется обеспечить разрешающую способность по дальности не хуже 3 м, причем с точки зрения обеспечения необходимой дальности обнаружения длительность зондирующего импульса должна быть не менее 10 мкс. Удовлетворяются ли одновременно эти требования при использовании простого радиоимпульса? Если нет, то какого вида и с какими параметрами следует выбрать зондирующий сигнал для удовлетворения указанным требованиям? 3. Определить значение коэффициента различимости, необходимое для обнаружения цели с ЭПР 10 кв. м на дальности 100 км импульсной РЛС, имеющей следующие характеристики: мощность передатчика 10 кВт, длительность импульса 0,5 мкс, эффективная площадь антенны 0,1 кв. м, рабочая длина волны 3 см, коэффициент шума приемника 5 дБ. 4. В направлении на РЛС движется автомобиль. Определить доплеровское смещение частоты отраженного сигнала, если скорость движения автомобиля лежит в пределах от 10 до 50 км/ч, а длина волны РЛС равна 3 см. Какие требования должны быть предъявлены к стабильности частоты высокочастотного генератора РЛС, если допустимы уходы частоты не более 15% от измеряемого доплеровского смещения частоты? 5. Определите максимальную частоту в спектре амплитудных флуктуаций сигналов, отраженных от самолета, летящего со скоростью 300 м/с и совершающего вираж с ускорением 19,6 м/с2, если длина самолета 30 м, а длина волны РЛС 10 см. 6. Будет ли наблюдаться цель с ЭПР 10 кв. м, находящаяся на дальности 20 км на индикаторе РЛС, если она прикрывается заградительной помехой в полосе частот 1000 МГц? Мощность передатчика помех 1 кВт, коэффициент усиления антенны передатчика помех принять равным единице. Характеристики РЛС: мощность передатчика 500 кВт, коэффициент усиления антенны 1500, длительность зондирующего импульса 0,5 мкс. Обнаружение цели происходит при соотношении сигнал/помеха не менее два. 7. Как

Согласована на портале № 12029

изменится отношение сигнал/помеха на входе приемника РЛС, если при прочих равных условиях длительность зондирующего импульса уменьшилась в 5 раз? Полоса пропускания приемника РЛС согласована с соответствующей длительностью импульса. Постановщик помех (станция помех) совмещена с целью и формирует заградительную широкополосную помеху с равномерной спектральной плотностью мощности. 8. Самолетная РЛС с учетом поглощения энергии радиоволн в атмосфере должна иметь дальность действия 50 км. Какова должна быть дальность действия в свободном пространстве, если длина волны равна 1,5 см и учитывается поглощение в дожде интенсивностью 4 мм/ч и в кислороде воздуха на всей дальности действия РЛС? 9. Рассчитайте среднеквадратическую погрешность измерения угловой координаты, вызываемую угловым шумом цели, если характерный размер цели равен 15 м. Расчеты выполнить для дальностей цели 1, 5 и 10 км. Определите дальность, на которой эта погрешность соизмерима с флуктуационной погрешностью, равной 0,01 град. 10. Источник помех обеспечивает создание заградительной шумовой помехи с равномерной спектральной плотностью мощности в полосе частот 10 МГц. Во сколько раз изменится спектральная плотность мощности шумовой помехи и дальность действия передатчика помех, если помеху создавать в полосе 5 МГц при той же мощности передатчика? 11. Будет ли РЛС наблюдать самолет с ЭПР 5 м2, находящийся на дальности 20 км, если он приближается под прикрытием заградительной помехи из зоны барражирования. Дальность до постановщика помех составляет 100 км. Помеха вводится через первый боковой лепесток ДНА РЛС. Характеристики РЛС: мощность передатчика РЛС 70 кВт, коэффициент усиления антенны 2000, уровень первого бокового лепестка минус 15 дБ, длительность зондирующего импульса 0,25 мкс, коэффициент подавления РЛС равен 2. Характеристики постановщика помех: мощность передатчика помех 100 Вт, коэффициент усиления антенны 0,5, полоса помехи 100 МГц.

3.3 Темы опросов на занятиях

– Структура и математические модели радиолокационных каналов. Классификация и основные характеристики радиолокационных объектов. Радиолокационные характеристики сосредоточенных объектов. Радиолокационные характеристики распределенных объектов. Влияние подстилающей поверхности на формирование радиолокационного сигнала. Влияние атмосферы на формирование радиолокационного сигнала. Активные и пассивные помехи радиолокации.

3.4 Экзаменационные вопросы

– 1. Структурные схемы радиолокационных каналов для различных видов локации. Математическая модель процесса формирования сигнала на входе приемника радиолокационной системы. 2. Явление вторичного излучения. 3. Понятие эффективной площади рассеяния (ЭПР) цели. Дальность действия РЛС в свободном пространстве. 4. ЭПР тел простой формы. Понятие точечного отражателя. 5. Двухточечная и многоточечная модели объектов сложной формы. Кажущийся центр вторичного излучения цели. 6. Шумы цели: амплитудные, угловые, дальномерные, доплеровские и поляризационные. Ошибки радиолокационных измерений, обусловленные шумами цели. 7. Статистические модели и характеристики сигналов, отраженных реальными целями. 8. Удельная ЭПР объемно-распределенного объекта и эффективная ЭПР разрешаемого объема. 9. Характеристики рассеяния на гидрометеорах и облаке дипольных отражателей. 10. Удельная ЭПР поверхностно-распределенного объекта и мощность отраженного сигнала. 11. Статистические модели и характеристики сигналов, отраженных объемно-распределенными объектами. 12. Статистические модели и характеристики сигналов, отраженных поверхностно-распределенными объектами.13. Диапазоны частот, выделенные для радиолокации. Общая характеристика эффектов распространения радиоволн на формирование радиолокационных сигналов. 14. Физические явления при распространении радиоволн. Понятие множителя ослабления поля свободного пространства. 15. Уравнение дальности радиолокационного обнаружения цели с учетом отражений от земной поверхности. 16. Дальность прямой видимости с учетом сферичности земной поверхности и рефракции радиоволн. 17. Влияние неровностей земной поверхности на поле отраженной волны. Зеркальная и диффузная компоненты отраженной волны. 18. Зона видимости РЛС. Графическое построение зоны видимости. 19. Ошибки измерения угла места цели, обусловленные отражениями от земной поверхности. 20. Модели вертикального профиля показателя тропосферы и ионосферы. 21. Влияние рефракции радиоволн на дальность

Согласована на портале № 12029

действия РЛС и точность измерения координат цели. 22. Учет поглощения и рассеяния радиоволн на дальность действия РЛС. 23. Дальнее тропосферное распространение УКВ. Статистические модели загоризонтных сигналов. Возможности загоризонтной радиолокации. 23. Погрешности пеленгования загоризонтных источников излучения. 24. Численные методы моделирования распространения радиоволн с учетом влияния земной поверхности и атмосферы. 25. Системы оперативного прогноза множителя ослабления и зон видимости РЛС. 26. Помехи радиолокации. Наблюдаемость целей на фоне пассивных помех. 27. Уравнение дальности действия РЛС при воздействии маскирующих активных помех.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. 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, свободный.
2. Радиолокационные системы: Учебник для вузов / П. А. Бакулев. – М.: Радиотехника, 2004. – 319 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Я.Д. Ширман [и др.]; ред.: Я.Д. Ширман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2007. – 510 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Справочник-задачник по радиолокации: справочное издание / В.В. Васин, Б.М. Степанов. – М.: Советское радио, 1977. – 315 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)
3. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / Боков Л. А., Мандель А. Е., Замотринский В. А. - 2013. 410 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3289, свободный.
4. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: Учебное пособие / Буянов Ю. И., Гошин Г. Г. - 2013. 300 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3608, свободный.

4.3. 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, свободный.
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, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - https://edu.tusur.ru/.
2. Библиотека ТУСУРа - https://lib.tusur.ru/.
3. Информационно-справочные и поисковые системы сети Интернет.

Согласована на портале № 12029