

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиотехнических устройств»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета ФРТ
/ И.С. Холопов

«__» _____ 2020 г



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

/ А.В. Корячко

_____ 2020 г

Заведующий кафедрой РТУ

/ Ю.Н. Паршин

«__» _____ 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11 «Методы и средства радионавигационных измерений»

Направление подготовки

11.05.01. «Радиоэлектронные системы и комплексы»

Направленность (профиль) подготовки

«Радионавигационные системы и комплексы»

Уровень подготовки
специалитет

Квалификация выпускника – инженер

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 11.05.01 Радио-электронные системы и комплексы, утвержденного приказом Минобрнауки № 94 от 09.02.2018 г.

Разработчик

К.т.н., доцент каф. РТУ

А.В. Ксендзов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТУ «16» июня 2020 г. (протокол № 10).

Заведующий кафедрой РТУ

Ю.Н. Паршин

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины: приобретение знаний о методах и средствах измерений навигационных параметров и оценки навигационных элементов вектора состояния в позиционных и инерциальных навигационных системах, знаний об источниках и методах оценки погрешности измерений, навыков калибровки средств измерений в инерциальных навигационных системах.

Задачи изучения дисциплины распределены между двумя ее модулями, изучаемыми в 9-м и 10-м семестрах соответственно по очной форме обучения.

Задачи модуля 1: изучить принципы построения позиционных радионавигационных систем, позиционные методы навигационных измерений, взаимосвязь радионавигационных параметров, навигационных параметров и навигационных элементов в данных методах, источники погрешностей на этапах первичной и вторичной обработки сигналов, средства измерений в позиционных радионавигационных системах.

Задачи модуля 2: изучить принципы построения инерциальных радионавигационных систем, используемые системы координат и математическую взаимосвязь между ними, принципы работы гироскопа, акселерометра и магнитометра, алгоритмы обработки и комплексирования сигналов гироскопа, акселерометра, магнитометра и барометра для оценки положения объекта.

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно - исследовательский	Моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; Участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике; Обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Радиотехнические системы, комплексы и устройства, методы и средства их моделирования, экспериментальной отработки.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы и средства радионавигационных измерений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) «Радионавигационные системы и комплексы» по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

Согласно рабочему учебному плану, на изучение дисциплины отведено время на 5-м курсе в 9-м и 10-м семестрах, включая курсовое проектирование в 10-м семестре.

Студенты, обучающиеся по данному курсу, должны предварительно изучить дисциплины «Математика», «Информатика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Основы теории радиолокационных систем и комплексов», входящие в обязательную часть блока №1 рабочего учебного плана, дисциплины «Методы и средства помехоустойчивого приема радионавигационных сигналов», «Устройства ПОС», входящие в часть, формируемую участниками образовательных отношений, блока №1 дисциплин рабочего учебного плана по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

Дисциплина «Методы и средства радионавигационных измерений» является основой для подготовки выпускной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Код	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения	Обоснование
ПК-7	Способен к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	ИД-1ПК-7. Знать принципы планирования экспериментальных исследований ИД-2ПК-7. Уметь обосновывать программу эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных ИД-3ПК-7. Владеть техникой проведения экспериментальных исследований	ПС 06.005 Инженер-радиоэлектронщик

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

Вид учебной работы	Всего	Семестр	
		9	10
Аудиторные занятия (всего)	82,9	48,25	34,65
В том числе:			
Лекции	48	32	16
Лабораторные работы	16		16
Практические занятия	16	16	
Консультации	2		2
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)			
<i>Иные виды контактной работы</i>	0,9	0,25	0,65
Самостоятельная работа (всего)	73,3	51	22,3
В том числе:			
Расчетно-графические работы			
Расчетные задания			
Реферат			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	73,3	51	22,3
Курсовой проект	15,7		15,7
Контроль	44,1	8,75	35,35
Зачет		8,75	
Экзамен			35,35
Общая трудоемкость час	216	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	6	3	3
Контактная работа (всего)	82,9	48,25	34,65
Контактная работа (по учебным занятиям)	80	48	32
<i>Иные виды контактной работы</i>	2,9	0,25	2,65

4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

4.2.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для очной формы обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся	Контроль, КП
			всего	лекции	лабораторные работы	практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Всего	216	82,9	48	16	16	73,3	59,8
	<i>Модуль 1. МСИ в позиционных системах радионавигации.</i>	108	48,25	32	16		51	8,75
1.1	Общие сведения о радионавигационных измерениях.	5	2	2			3	
1.2	Метод наименьших квадратов.	7	3	2	1		4	
1.3	Изолинии в радионавигации.	7	4	2	2		3	
1.4	Элементы сферической геометрии.	6	3	2	1		3	
1.5	Позиционные методы радионавигационных измерений.	8	4	2	2		4	
1.6	Псевдопозиционные методы.	6	3	2	1		3	
1.7	Картографические проекции.	7	4	2	2		3	
1.8	Источники погрешности оценок вектора состояния.	7	4	2	2		3	
1.9	Геометрический фактор.	5	2	2			3	
1.10	Радиосигналы, применяемые в радионавигации.	5	2	2			3	
1.11	Обнаружение радионавигационных сигналов.	5	2	2			3	
1.12	Оценка параметров радионавигационных сигналов.	5	2	2			3	
1.13	Дальность действия и рабочие зоны в радионавигации.	6	3	2	1		3	
1.14	Фильтр Калмана, ч.1.	8	4	2	2		4	
1.15	Фильтр Калмана, ч.2.	6	3	2	1		3	

1.16	Фильтр Калмана, ч.3.	6	3	2	1		3	
	<i>Иные виды контактной работы</i>	0,25	0,25					
	<i>Зачет</i>	8,75						8,75
	<i>Модуль 2. МСИ в инерциальных системах радионавигации.</i>	108	34,65	16		16	22,3	51,05
2.1	Общие сведения об инерциальных системах. Средства измерения в инерциальной навигации.	2	1	1			1	
2.2	Микроэлектромеханические датчики.	5	3	1		2	2	
2.3	Ориентация твердого тела в пространстве, ч.1.	5	3	1		2	2	
2.4	Ориентация твердого тела в пространстве, ч.2.	5	3	1		2	2	
2.5	Шумы, ошибки и дрейф МЭМС датчиков.	5	3	1		2	2	
2.6	Калибровка МЭМС датчиков.	5	3	1		2	2	
2.7	Акселерометры прочих видов.	2	1	1			1	
2.8	Гироскопы прочих видов.	2	1	1			1	
2.9	Особенности представления измерений в цифровой форме.	4	3	1		2	1	
2.10	Комплексирование данных МЭМС датчика.	4	3	1		2	1	
2.11	Фильтрация данных ИНС	5	3	1		2	2	
2.12	Комплексирование радионавигационных систем	2	1	1			1	
2.13	Стандарты и эталоны, используемые в радионавигации, ч.1.	2	1	1			1	
2.14	Стандарты и эталоны, используемые в радионавигации, ч.2.	2	1	1			1	
2.15	Метрологическое обеспечение средств радионавигационных	2,3	1	1			1,3	

	измерений.							
2.16	Документальное сопровождение радионавигационных систем.	2	1	1			1	
	<i>Иные виды контактной работы</i>	0,65	0,65					
	<i>Консультации</i>	2	2					
	<i>Экзамен</i>	35,35						35,35
	<i>Курсовой проект</i>	15,7						15,7

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п.	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)		Формируемые компетенции	Форма контроля
		Очн.	Заоч.		
1.1	Общие сведения о радионавигационных измерениях.	2	-	ПК-7	Зачет
1.2	Метод наименьших квадратов.	2		ПК-7	Зачет
1.3	Изолинии в радионавигации.	2		ПК-7	Зачет
1.4	Элементы сферической геометрии.	2		ПК-7	Зачет
1.5	Позиционные методы радионавигационных измерений.	2		ПК-7	Зачет
1.6	Псевдопозиционные методы.	2		ПК-7	Зачет
1.7	Картографические проекции.	2		ПК-7	Зачет
1.8	Источники погрешности оценок вектора состояния.	2		ПК-7	Зачет
1.9	Геометрический фактор.	2		ПК-7	Зачет
1.10	Радиосигналы, применяемые в радионавигации.	2		ПК-7	Зачет
1.11	Обнаружение радионавигационных сигналов.	2		ПК-7	Зачет
1.12	Оценка параметров радионавигационных сигналов.	2		ПК-7	Зачет
1.13	Дальность действия и рабочие зоны в радионавигации.	2		ПК-7	Зачет
1.14	Фильтр Калмана, ч.1.	2		ПК-7	Зачет
1.15	Фильтр Калмана, ч.2.	2		ПК-7	Зачет
1.16	Фильтр Калмана, ч.3.	2		ПК-7	Зачет
2.1	Средства измерения в инерциальной навигации. МЭМС датчики. Дифференциальные уравнения ИНС.	2	-	ПК-7	Экзамен
2.2	Ориентация твердого тела в пространстве. Углы Эйлера. Кватернионы. Параметры Родрига-Гамильтона.	2		ПК-7	Экзамен
2.3	Шумы, ошибки и дрейф МЭМС датчиков. Калибровка.	2		ПК-7	Экзамен

2.4	Акселерометры и гироскопы на основе оптических технологий.	2		ПК-7	Экзамен
2.5	Представление информации ИНС в цифровой форме.	2		ПК-7	Экзамен
2.6	Фильтрация ИНС. Комплексирование РНС.	2		ПК-7	Экзамен
2.7	Стандарты и эталоны, используемые в радионавигации.	2		ПК-7	Экзамен
2.8	Метрологическое и документационное обеспечение в радионавигации.	2		ПК-7	Экзамен

4.3.2 Лабораторные работы

№ п/п.	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Формируемые компетенции	Форма контроля
		Очн.	Заоч.		
1	Исследование дальномерного позиционного метода	4	-	ПК-7	Зачет
2	Исследование погрешности оценки навигационных параметров	4		ПК-7	Зачет
3	Исследование и сравнение различных позиционных методов	4		ПК-7	Зачет
4	Исследование калмановской фильтрации в радионавигации	4		ПК-7	Зачет

4.3.3 Практические занятия

№ п/п.	Темы занятий	Трудоемкость (час.)		Формируемые компетенции	Форма контроля
		Очн.	Заоч.		
1	Общие сведения о МЭМС датчике ADIS16407	4	-	ПК-7	Экзамен
2	Способы чтения данных с датчика	4		ПК-7	Экзамен
3	Запись данных в регистры	4		ПК-7	Экзамен
4	Калибровка датчика	4		ПК-7	Экзамен
5	Программное преобразование данных с датчика, ч.1	4	-	ПК-7	Экзамен
6	Программное преобразование данных с датчика, ч.2	4		ПК-7	Экзамен
7	Комплексирование данных с датчика	4		ПК-7	Экзамен
8	Анализ шумов датчика	4		ПК-7	Экзамен

4.3.4 Самостоятельная работа

№ п/п.	Темы для самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)		Формируемые компетенции	Форма контроля
		Очн.	Заоч.		
1.1	Определения навигации и радионавигации. Системы координат: глобальная, локальная, связанная с объектом. Навигационные элементы и вектор состояния. Навигационная задача. Навигационные и радионавигационные параметры. Методы оценивания: счисления, позиционные, обзорно-сравнительные.	3	-	ПК-7	Зачет
1.2	Линейный МНК. Якобиан (матрица направляющих косинусов). Переопределенная СЛАУ, псевдоинверсия прямоугольной матрицы, сравнение с квадратной СЛАУ. Нелинейный МНК: линеаризация, градиентный поиск экстремума.	4		ПК-7	Зачет
1.3	Определение изолиний и линий положения. Основные виды изолиний в радионавигации: ортодромия, изостадия, сферическая гипербола и эллипс, изоазимута и изогона. Радиосредства оценивания параметров изолиний.	3		ПК-7	Зачет
1.4	Матрицы вращения (направляющих косинусов) и преобразования декартовых и сферических координат. Сферический треугольник. Сфера Римана. Определение координат точки назначения по известным координатам точки отбытия и азимуту (пеленгу). Определение азимута (пеленга) из точки назначения в точку прибытия с известными координатами. Построение изостадии и ортодромии. Построение сферического эллипса и гиперболы. Построение изоазимуты и изогоны.	3		ПК-7	Зачет
1.5	Активные с пассивным и активным ответом, пассивные методы. Оценка расстояния по задержке	4		ПК-7	Зачет

	сигнала, оценка скорости по доплеровскому сдвигу. Дальномерный метод. Суммарно-дальномерный и разностно-дальномерный. Угломерный, дальномерно-угломерный и разностно-угломерный. Радиально-скоростной метод для оценки скорости. Вид изолиний и матрицы направляющих косинусов для перечисленных методов.				
1.6	Шкалы времени. Псевдозадержка и псевдодальность. Особенность матрицы направляющих косинусов. Нестабильность часов, псевдоскорость и псевдодоплеровское смещение. Пример оценки координат псевдодальномерным методом. Пример оценки скорости псевдорадиально-скоростным методом.	3		ПК-7	Зачет
1.7	Цилиндрические картографические проекции: равнопромежуточная, Ламберта, Меркатора.	3		ПК-7	Зачет
1.8	Первичная обработка сигналов РН системы (оценивание радионавигационных параметров) и вторичная обработка (оценивание навигационных элементов). Погрешности на этапе первичной обработки: влияние скорости распространения ЭМВ и многолучевости, влияние тропосферы и ионосферы, влияние гидрометеора; влияние шумов, инерционности каскадов и следящих систем приемного тракта.	3		ПК-7	Зачет
1.9	Погрешности на этапе вторичной обработки: погрешность позиционирования радионавигационных ориентиров и слабая геометрия. Концепция геометрического фактора (DOP). Варианты (PDOP, VDOP и HDOP, TDOP). Карта геометрического фактора. Оптимизация геометрии радионавигационных ориентиров.	3		ПК-7	Зачет
1.10	Диапазоны частот, отведенные для нужд радионавигации по Регламенту радиосвязи МСЭ. Модель наблюдений и	3		ПК-7	Зачет

	характеристики радионавигационных сигналов. Методы определения дальности: временной, частотный, фазовый; применяемые радиосигналы. Устранение неоднозначности. Методы определения угловых параметров: амплитудные, фазовые; применяемые радиосигналы.				
1.11	Ошибки I и II рода. Отношение правдоподобия. Критерий Неймана-Пирсона. Критерий минимума среднего риска. Критерий идеального наблюдателя.	3		ПК-7	Зачет
1.12	Оценки максимального правдоподобия. Оценка дискретных и непрерывных параметров. Оценка амплитуды и частоты радиоимпульса. Неравенство Рао-Крамера. Потенциальная точность оценки.	3		ПК-7	Зачет
1.13	Уравнение дальности. Влияние затухания ЭМВ в атмосфере, тропосфере, ионосфере. Бюджет линии связи и погрешностей оценивания. Рабочие зоны. Триплеты. Кривые равной точности.	3		ПК-7	Зачет
1.14	Суть фильтра Калмана – комбинация данных с известными неопределенностями. Линейный фильтр Калмана: этап предсказания, этап уточнения. Связь с методом наименьших квадратов.	4		ПК-7	Зачет
1.15	Расширенный (нелинейный) фильтр Калмана. Особенности, линеаризация, аналогия с градиентным методом поиска экстремума, связь с методом наименьших квадратов.	3		ПК-7	Зачет
1.16	Беззапаховый фильтр. Частичный фильтр.	3		ПК-7	Зачет

№ п/п.	Темы для самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)		Формируемые компетенции	Форма контроля
		Очн.	Заоч.		
2.1	Обобщенная структура инерциальных систем радионавигации. Акселерометр, инклинометр, гироскоп, магнитометр, барометр, термометр, одомер, хронограф: измеряемые параметры и их использование в инерциальной навигации. Магнитное склонение и магнитное наклонение.	1	-	ПК-7	Экзамен
2.2	МЭМС-акселерометры, МЭМС-гироскопы (измерители угловой скорости), интегральные магнитометры: устройство, измеряемые параметры, компенсация нежелательных параметров.	2		ПК-7	Экзамен
2.3	Углы Эйлера-Крылова: курс, тангаж, крен. Матрицы поворота, последовательности поворотов. Эффект складывания рамок (gimbal lock). Вычисление углов Эйлера-Крылова по угловым скоростям с датчика. Кинематические уравнения.	2		ПК-7	Экзамен
2.4	Кватернионы. Умножение и инверсия кватернионов. Вращение вектора с помощью кватерниона. Интерполяция кватернионов. Связь систем координат (локальной и объекта) с помощью кватерниона по показаниям акселерометра и магнитометра. Связь кватерниона и углов Эйлера-Крылова, параметры Родрига-Гамильтона. Кинематические уравнения.	2		ПК-7	Экзамен
2.5	Математическая модель ошибок акселерометра, гироскопа, магнитометра. Неколлинеарность осей. Смещение. Аддитивные шумы. Интегрирование, интерполяция и первичная фильтрация данных с датчика. Дисперсия Аллана.	2		ПК-7	Экзамен
2.6	Линейная аппроксимация модели данных МЭМС датчиков. Простая калибровка акселерометра и гироскопа, не требующая специального оборудования.	2		ПК-7	Экзамен

	Использование линейного МНК и сбор данных для переопределенной СЛАУ при калибровке акселерометра, гироскопа и магнитометра. Использование специального оборудования.				
2.7	Объединение данных акселерометра, гироскопа, магнитометра и барометра с весами достоверности. Дополнительный фильтр Калмана. Фильтр Маджвика. Фильтр Махони.	1		ПК-7	Экзамен
2.8	Устройство и принцип работы механических (маятниковых) акселерометров. Устройство и принцип работы пьезокерамических акселерометров. Погрешности.	1		ПК-7	Экзамен
2.9	Механический гироскоп. Магнитогидродинамический датчик. Полусферический резонаторный гироскоп. Лазерный гироскоп и оптоволоконный гироскоп, эффект Саньяка. Квантовый и квантово-механический гироскоп, момент Лондона.	1		ПК-7	Экзамен
2.10	Представление данных с датчиков в цифровой форме. Шумы квантования, джиттер, стабильность периода дискретизации и связанные с ними погрешности.	1		ПК-7	Экзамен
2.11	Астроинерциальные навигационные системы. Инерциально-позиционные, инерциально-спутниковые системы.	2		ПК-7	Экзамен
2.12	Стандарты частоты и времени: водородный, рубидиевый, квантовый. Устройство, стабильность частоты. Эталонные часы с опорным стандартом.	1		ПК-7	Экзамен
2.13	Стандарты хранения угла. Позиционные преобразователи, автоколлиматоры. Астрономическое хранение азимутов.	1		ПК-7	Экзамен
2.14	Поворотные платформы, наклонно-поворотные стенды, оптические делительные головки, качалки, стойки и штативы приспособления	1		ПК-7	Экзамен

	базирования. Измерение угловых скоростей. Оценка локального магнитного склонения и наклона. Выставка (привязка) осей поворотов платформ и наклонно-поворотных стендов относительно географической системы координат.				
2.15	Техническая документация и технические характеристики систем радионавигации. ГОСТ. Рекомендации МСЭ касательно технических показателей и характеристик инерциальных систем радионавигации.	1,3		ПК-7	Экзамен
2.16	Обобщенная структура инерциальных систем радионавигации. Акселерометр, инклинометр, гироскоп, магнитометр, барометр, термометр, одометр, хронограф: измеряемые параметры и их использование в инерциальной навигации. Магнитное склонение и магнитное наклонение.	1		ПК-7	Экзамен

5. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Модуль 1.

а) основная:

1. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы: учеб. для вузов. 2-е изд., – М.: Радиотехника, 2011. – 272 с.
2. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учеб. для вузов – М.: Радиотехника, 2004. – 319 с.
3. Радиотехнические системы: учеб. для вузов по спец. «Радиотехника» / Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др. Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высш. шк., 1990. – 496 с., ил.
4. Методы и средства радионавигационных измерений: методические указания к лаб. раб. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост. А.В. Ксендзов. Рязань, 2018. 32 с. — Режим доступа: <https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1851>

б) дополнительная:

1. Карлащук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства [Электронный ресурс] / В.И. Карлащук. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 284 с. — 978-5-91359-037-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65412.html>.
2. Попов В.Ф. Широкополосные и сверхширокополосные сигналы в системах мобильной связи и навигации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Попов. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный технический университет, 2015. — 204 с. — 978-5-8149-2121-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58103.html>.
3. Радиотехнические методы определения местоположения и параметров движения объектов [Электронный ресурс] : монография / Ю.Г. Булычев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2015. — 266 с. — 978-5-904033-08-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61312.html>.

Модуль 2.

а) основная:

1. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы: учеб. для вузов. 2-е изд., – М.: Радиотехника, 2011. – 272 с.
2. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: учеб. для вузов – М.: Радиотехника, 2004. – 319 с.
3. Радиотехнические системы: учеб. для вузов по спец. «Радиотехника» / Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др. Под ред. Ю.М. Казаринова. – М.: Высш. шк., 1990. – 496 с., ил.

б) дополнительная:

1. Карлащук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства [Электронный ресурс] / В.И. Карлащук. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 284 с. — 978-5-91359-037-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65412.html>.
2. Попов В.Ф. Широкополосные и сверхширокополосные сигналы в системах мобильной связи и навигации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Попов. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный технический университет, 2015. — 204 с. — 978-5-8149-2121-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58103.html>.
3. Радиотехнические методы определения местоположения и параметров движения объектов [Электронный ресурс] : монография / Ю.Г. Булычев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2015. — 266 с. — 978-5-904033-08-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61312.html>.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>.

3. Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Операционная система Windows XP (Microsoft MSDN AA, номер подписки 700102019, бессрочно);

2. LibreOffice (свободное ПО, Mozilla Public License 2.0, GNU Lesser General Public License 2.1, GNU Lesser General Public License 3.0, GNU General Public License 3.0);

3. SumatraPDF (свободное ПО, GNU GPLv3);

4. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595);

5. MATLAB, Simulink, Fuzzy Logic Toolbox (Concurrent Perpetual Classroom №365617 с 29.08.2008 – бессрочно).

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 413к2	60 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска	1. Операционная система Windows XP (Microsoft MSDN AA, номер подписки 700102019, бессрочно); 2. LibreOffice (свободное ПО, Mozilla Public License 2.0, GNU Lesser General Public License 2.1, GNU Lesser General Public License 3.0, GNU General Public License 3.0); 3. SumatraPDF (свободное ПО, GNU GPLv3); 4. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 415к2	50 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска	1. Операционная система Windows XP (Microsoft MSDN AA, номер подписки 700102019, бессрочно); 2. LibreOffice (свободное ПО, Mozilla Public License 2.0, GNU Lesser General Public License 2.1, GNU Lesser General Public License 3.0, GNU General Public License 3.0); 3. SumatraPDF (свободное ПО, GNU GPLv3); 4. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018.
Лаборатория систем радиосвязи для проведения занятий по профильным дисциплинам, 406 к2	12 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ,	1. Операционная система Windows XP (Microsoft MSDN AA, номер подписки 700102019, бессрочно); 2. LibreOffice (свободное ПО, Mozilla Public License 2.0, GNU Lesser General Public License 2.1, GNU Lesser

		<p>General Public License 3.0, GNU General Public License 3.0);</p> <p>3. SumatraPDF (свободное ПО, GNU GPLv3);</p> <p>4. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018.</p> <p>5. Передатчики оптические MOS211A (1 шт) и MO428 (1 шт)</p> <p>6. Приемник оптический – 2 шт</p> <p>7. Делитель оптический – 2 шт</p> <p>8. Видеокамера SS2000A – 1 шт</p> <p>9. Анализатор E7402A – 1 шт</p> <p>10. Блок BNC-2120 – 1 шт</p> <p>11. Вольтметр универсальный В7-26 – 1 шт</p> <p>12. Милливольтметр В3-39 – 1 шт</p> <p>13. Генераторы Г4-218 – 1 шт SFG-2107 – 1 шт ГЗ-112 – 1 шт</p> <p>14. Модуль базовый AMBPCI с драйвером AMBPCI-ADMDDC8WB – 1 шт</p> <p>15. Измерители PCGU1000 – 1шт PCSU1000 – 1шт</p> <p>16. Осциллографы АКПП-4122/2V – 1 шт, С1-65 – 2 шт</p> <p>17. Частотомер ЧЗ-33 – 1 шт</p> <p>18. Антенная станция SAN-3000 – 4 шт</p> <p>19. Точка доступа WBR-6000 – 2 шт</p> <p>20. Антенна спутниковая – 1 шт</p> <p>21. Конвертер Strong – 1 шт</p> <p>22. Ресивер XSAT – 1 шт</p> <p>23. Телевизор «Рубин» – 1 шт</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы, № 501к2</p>	<p>Дисплейный класс на 25 рабочих мест: Магнитно-маркерная доска; ПК Intel Celeron CPV J1800 – 25 шт;</p> <p>Возможность подключения к сети «Интернет» проводным и беспроводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.</p>	<p>1. Операционная система Windows 10;</p> <p>2. LibreOffice (свободное ПО, Mozilla Public License 2.0, GNU Lesser General Public License 2.1, GNU Lesser General Public License 3.0, GNU General Public License 3.0);</p> <p>3. SumatraPDF (свободное ПО, GNU GPLv3);</p> <p>4. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018.</p> <p>5. Лицензия на ПО MATLAB, Simulink, Fuzzy Logic Toolbox - Concurrent Perpetual Classroom №365617 с 29.08.2008 – бессрочно</p> <p>6. Лицензия на ПО PKG-7517-LN Mathcad University Classroom Perpetual Sales Order Number (SON) – 2469998, Service Contract Number (SCN) – 8A1365510 – с 3.02.2008 – бессрочно</p>

Программу составил
доцент кафедры РТУ
к.т.н.

А.В. Ксензлов