

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

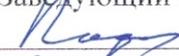
Кафедра «Радиотехнические устройства»

«СОГЛАСОВАНО»

Декаан факультета РТ

 / И.С. Холопов
«28» 06 20 19 г

Заведующий кафедрой РТУ

 / Ю.Н. Паршин
«28» 06 20 19 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко
«28» 06 20 19 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 «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 2019 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» профиль «Радионавигационные системы и комплексы», утвержденного 9 февраля 2018 г.

Разработчик

к.т.н., доцент кафедры радиотехнических устройств Ксендзов Александр Валентинович

(подпись)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «30» мая 2019 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой радиотехнических устройств, д.т.н., профессор, Паршин Юрий Николаевич

(подпись)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы специалитета

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.

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

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	Анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров; разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических	Радиолокация, радиосвязь, радиоуправление, радионавигация, лазерная техника, антенная техника, радиоэлектронные системы космических комплексов, бортовые радиоэлектронные системы ракетно-космической техники, гидроакустические системы и комплексы, эксплуатация авиационных радиоэлектронных систем и комплексов связи, проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

	<p>процессов, приборов, схем и 9 устройств, относящихся к профессиональной сфере; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности.</p>	
проектный	<p>Проведение технико-экономического обоснования проектов; сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработка и согласование технических заданий на проектирование технических условий, программ и методик испытаний радиоэлектронных устройств и систем; разработка структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов,</p>	<p>Радиолокация, радиосвязь, радиоуправление, радионавигация, лазерная техника, антенная техника, радиоэлектронные системы космических комплексов, бортовые радиоэлектронные системы ракетно-космической техники, гидроакустические системы и комплексы, эксплуатация авиационных радиоэлектронных систем и комплексов связи, проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов</p>

		принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений; подготовка конструкторской и технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия	
--	--	--	--

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.02 «Методы и средства радионавигационных измерений» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) специалитета «Радионавигационные системы и комплексы» направления 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Данная дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами в ходе изучения дисциплины «Математика», «Информатика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Цифровые устройства и микропроцессоры».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

- уметь составить модель и осуществить машинное моделирование радионавигационной системы;
- знать сущность метода наименьших квадратов и градиентного алгоритма оценивания параметров по экстремуму целевой функции, уметь формировать целевую функцию для оптимизации параметров навигационных систем;
- знать основные источники погрешностей радионавигационных измерений на этапах первичной и вторичной обработки, понимать концепцию геометрического фактора;
- уметь осуществлять калибровку MEMS датчика (акселерометр, гироскоп, магнетометр) инерциальной навигационной системы, грамотно составлять алгоритм и описание процесса калибровки, знать источники и модели погрешностей, а также алгоритмы обработки данных с датчика.

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.

Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Направленность (профиль), специализация: Радионавигационные системы и комплексы				
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
Разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов		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	06.005 Инженер-радиоэлектронщик

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

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		9	10
Аудиторные занятия (всего)	80	48	
В том числе:			
Лекции	48	32	16
Лабораторные работы (ЛР)	16		16
Практические занятия (ПЗ)	16	16	
Семинары (С)			
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)			
<i>Другие виды аудиторной работы</i>			
Самостоятельная работа (всего)	136	132	
В том числе:			
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	16		16

Расчетно-графические работы			
Расчетные задания			
Реферат			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	114	60	60
Контроль			
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	Зачет, экзамен	зачет	экзамен
Общая трудоемкость час	216	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	6	3	3
Контактная работа (по учебным занятиям)	80	48	32

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание раздела
<i>Модуль 1. МСИ в позиционных системах радионавигации.</i>	
1.1. Общие сведения о радионавигационных измерениях.	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.
1.2. Метод наименьших квадратов.	Линейный МНК. Якобиан (матрица направляющих косинусов). Переопределенная СЛАУ, псевдоинверсия прямоугольной матрицы, сравнение с квадратной СЛАУ. Нелинейный МНК: линеаризация, градиентный поиск экстремума.
1.3. Изолинии в радионавигации.	Определение изолиний и линий положения. Основные виды изолиний в радионавигации: ортодромия, изостадия, сферическая гипербола и эллипс, изоазимута и изогона. Радиосредства оценивания параметров изолиний.
1.4. Элементы сферической геометрии.	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. Цилиндрические картографические проекции: равнопромежуточная, Ламберта, Меркатора.

1.5. Позиционные методы радионавигационных измерений.	Активные с пассивным и активным ответом, пассивные методы. Оценка расстояния по задержке 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. Псевдопозиционные методы.	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.
1.7. Источники погрешности оценок вектора состояния, ч.1.	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.
1.8. Источники погрешности оценок вектора состояния, ч.2.	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.
1.9. Элементы теории синтеза радиотехнических систем.	Многомерные случайные процессы, совместная и условная ФПВ. Стационарные, гауссовские, марковские, винеровские, экспоненциально-коррелированные случайные процессы. Статистические модели сигналов и помех. Теория статистических решений. Риск, функция потерь, оптимальные решения.
1.10. Радиосигналы, применяемые в радионавигации.	Диапазоны частот, отведенные для нужд радионавигации по Регламенту радиосвязи МСЭ. Модель наблюдений и характеристики радионавигационных сигналов. Методы определения дальности: временной, частотный, фазовый; применяемые радиосигналы. Устранение неоднозначности. Методы определения угловых параметров: амплитудные, фазовые; применяемые радиосигналы.
1.11. Обнаружение радионавигационных сигналов.	Ошибки I и II рода. Отношение правдоподобия. Критерий Неймана-Пирсона. Критерий минимума среднего риска. Критерий идеального наблюдателя.
1.12. Оценка параметров	Оценки максимального правдоподобия. Оценка

радионавигационных сигналов.	дискретных и непрерывных параметров. Оценка амплитуды и частоты радиоимпульса. Неравенство Рао-Крамера. Потенциальная точность оценки.
1.13. Дальность действия и рабочие зоны в радионавигации.	Уравнение дальности. Влияние затухания ЭМВ в атмосфере, тропосфере, ионосфере. Бюджет линии связи и погрешностей оценивания. Рабочие зоны. Триплеты. Кривые равной точности.
1.14. Фильтр Калмана, ч.1.	Суть фильтра Калмана – комбинация данных с известными неопределенностями. Линейный фильтр Калмана: этап предсказания, этап уточнения. Связь с методом наименьших квадратов.
1.15. Фильтр Калмана, ч.2.	Расширенный (нелинейный) фильтр Калмана. Особенности, линеаризация, аналогия с градиентным методом поиска экстремума, связь с методом наименьших квадратов.
1.16. Фильтр Калмана, ч.3.	Беззапаховый фильтр. Частичный фильтр.
<i>Модуль 2. МСИ в инерциальных системах радионавигации.</i>	
2.1. Общие сведения об инерциальных системах. Средства измерения в инерциальной навигации.	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.
2.2. Микроэлектромеханические датчики.	МЭМС-акселерометры, МЭМС-гироскопы (измерители угловой скорости), интегральные магнитометры: устройство, измеряемые параметры, компенсация нежелательных параметров.
2.3. Ориентация твердого тела в пространстве, ч.1.	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.
2.4. Ориентация твердого тела в пространстве, ч.2.	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.
2.5. Шумы, ошибки и дрейф МЭМС датчиков.	Математическая модель ошибок акселерометра, гироскопа, магнитометра. Неколлинеарность осей. Смещение. Аддитивные шумы. Интегрирование, интерполяция и первичная фильтрация данных с датчика. Дисперсия Аллана.
2.6. Калибровка МЭМС датчиков.	Линейная аппроксимация модели данных МЭМС датчиков. Простая калибровка акселерометра и гироскопа, не требующая специального оборудования. Использование линейного МНК и сбор данных для переопределенной СЛАУ при калибровке акселерометра, гироскопа и магнитометра. Использование специального оборудования.

2.7. Комплексование данных МЭМС датчика.	Объединение данных акселерометра, гироскопа, магнитометра и барометра с весами достоверности. Дополнительный фильтр Калмана. Фильтр Маджвика. Фильтр Махони.
2.8. Акселерометры прочих видов.	Устройство и принцип работы механических (маятниковых) акселерометров. Устройство и принцип работы пьезокерамических акселерометров. Погрешности.
2.9. Гироскопы прочих видов.	Механический гироскоп. Магнитогидродинамический датчик. Полусферический резонаторный гироскоп. Лазерный гироскоп и оптоволоконный гироскоп, эффект Саньяка. Квантовый и квантово-механический гироскоп, момент Лондона.
2.10. Особенности представления измерений в цифровой форме.	Представление данных с датчиков в цифровой форме. Шумы квантования, джиттер, стабильность периода дискретизации и связанные с ними погрешности.
2.11. Комплексование радионавигационных систем.	Астроинерциальные навигационные системы. Инерциально-позиционные, инерциально-спутниковые системы.
2.12. Стандарты и эталоны, используемые в радионавигации, ч.1.	Стандарты частоты и времени: водородный, рубидиевый, квантовый. Устройство, стабильность частоты. Эталонные часы с опорным стандартом.
2.13. Стандарты и эталоны, используемые в радионавигации, ч.2.	Стандарты хранения угла. Позиционные преобразователи, автоколлиматоры. Астрономическое хранение азимутов.
2.14. Метрологическое обеспечение средств радионавигационных измерений.	Поворотные платформы, наклонно-поворотные стенды, оптические делительные головки, качалки, стойки и штативы приспособления базирования. Измерение угловых скоростей. Оценка локального магнитного склонения и наклонения. Выставка (привязка) осей поворотов платформ и наклонно-поворотных стендов относительно географической системы координат.
2.15. Документальное сопровождение радионавигационных систем.	Техническая документация и технические характеристики систем радионавигации. ГОСТ. Рекомендации МСЭ касательно технических показателей и характеристик инерциальных систем радионавигации.

4.2. 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
			всего	лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7	8
	Всего	216	93	62	15	16	123
	<i>Модуль 1. МСИ в позиционных системах радионавигации.</i>	90	47	32	15		43

1.1	Общие сведения о радионавигационных измерениях.	4	2	2			2
1.2	Метод наименьших квадратов.	6	3	2	1		3
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.	7	4	2	2		3
1.6	Псевдопозиционные методы.	5	3	2	1		2
1.7	Источники погрешности оценок вектора состояния, ч.1.	5	3	2	1		2
1.8	Источники погрешности оценок вектора состояния, ч.2.	6	4	2	2		2
1.9	Элементы теории синтеза радиотехнических систем.	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.	7	4	2	2		3
1.15	Фильтр Калмана, ч.2.	6	3	2	1		3
1.16	Фильтр Калмана, ч.3.	5	3	2	1		2
	<i>Модуль 2. МСИ в инерциальных системах радионавигации.</i>	90	46	30		16	44
2.1	Общие сведения об инерциальных системах. Средства измерения в инерциальной навигации.	5	2	2			3
2.2	Микроэлектромеханические датчики.	7	4	2		2	3
2.3	Ориентация твердого тела в пространстве, ч.1.	7	4	2		2	3
2.4	Ориентация твердого тела в пространстве, ч.2.	7	4	2		2	3
2.5	Шумы, ошибки и дрейф МЭМС датчиков.	7	4	2		2	3
2.6	Калибровка МЭМС датчиков.	7	4	2		2	3
2.7	Комплексирование данных МЭМС датчика.	7	4	2		2	3
2.8	Акселерометры прочих видов.	5	2	2			3
2.9	Гироскопы прочих видов.	5	2	2			3
2.10	Особенности представления измерений в цифровой форме.	7	4	2		2	3
2.11	Комплексирование радионавигационных систем.	7	4	2		2	3

2.12	Стандарты и эталоны, используемые в радионавигации, ч.1.	5	2	2			3
2.13	Стандарты и эталоны, используемые в радионавигации, ч.2.	5	2	2			3
2.14	Метрологическое обеспечение средств радионавигационных измерений.	5	2	2			3
2.15	Документальное сопровождение радионавигационных систем.	4	2	2			2
	<i>Экзамен</i>	36					36

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы: учеб. для вузов. 2-е изд., – М.: Радиотехника, 2011. – 272 с.
2. 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.
3. 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>.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения 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.

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. — Элек-

трон. 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. Карлашук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства [Электронный ресурс] / В.И. Карлашук. — 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>.

8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

9.3. Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по педагогике высшей школы. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме.

9.4. Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям

1) При подготовке к лабораторной работе студенту рекомендуется изучить разделы лекционного курса, содержащие сведения о предмете данной лабораторной работы (см. разд.4.2, а также перечень лабораторных работ в приложении «Оценочные материалы»).

2) Из лекционного материала, методического указания к лабораторным работам, рекомендованной литературы а также инструкций преподавателя студент получает краткие сведения о работе в программной среде Matlab, используемой для выполнения лабораторных работ.

3) Из лекционного материала и рекомендованной в п.7 литературы студент получает теоретические сведения, необходимые для решения задач на практических занятиях.

4) По требованию преподавателя, студент обязан получить допуск к выполнению лабораторной работы или практического занятия с оборудованием, который включает в себя проверку теоретических знаний студента в форме ответов на вопросы, приведенные в приложении «Оценочные материалы», а также знания устройства макета и умения работать с лабораторным оборудованием.

9.5. Подготовка к сдаче зачета

Зачет – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины. При подготовке к зачету студенту рекомендуется привести в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях. на консультациях с преподавателем в семестре.

9.6. Подготовка к сдаче экзамена

Экзамен – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины. На непосредственную подготовку к экзамену обычно дается три - пять дней. При подготовке к экзамену студенту рекомендуется привести в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях. Возникающие вопросы должны быть разобраны совместно с преподавателем на консультации, предваряющей экзамен.

На экзамене оцениваются:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
- 2) методическая подготовка;
- 3) знание фактического материала;
- 4) знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу.

10. 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, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);
5. MATLAB, Simulink, Fuzzy Logic Toolbox (Concurrent Perpetual Classroom №365617 с 29.08.2008 – бессрочно).

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

1. Аудитория 413к2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 60 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска.
2. Аудитория 415к2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 50 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска.
3. Аудитории 501к2, 502к2, 503к2 (компьютерные классы). Аудитория для самостоятельной работы. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, специализированная мебель.
4. Лаборатория 406к2. Лаборатория систем радиосвязи для проведения занятий по профильным дисциплинам, групповых и индивидуальных консультаций, а также для самостоятельной работы студентов. Оборудование: компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, передатчики оптические MOS211A и MO428, приемники оптические, делитель оптический, видеокамера SS2000A, анализатор E7402A, блок BNC-2120, вольтметр универсальный В7-26, милливольтметр В3-39, генераторы Г4-218, SFG-2107 и Г3-112, модуль базовый AMBPCI с драйвером AMBPCI-ADMDDC8WB, измерители PCGU1000 и PCSU1000, осциллографы АК ИП-4122/2V и С1-65, частотомер ЧЗ-33, антенная станция SAN-3000.
5. Аудитория 410к2. Помещение для хранения и профилактического обслуживания

учебного оборудования. Шкафы, стеллажи для хранения учебного оборудования, контрольно-измерительная техника и инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования.

Программу составил
доцент кафедры РТУ
к.т.н.

А.В. Ксендзов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТУ (протокол № 9 от 01 марта 2018 г.).

Заведующий кафедрой
РТУ, д.т.н., профессор

Ю.Н. Паршин