

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Радиотехнические системы»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан 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.ДВ.01.01 «Комплексирование РНС»

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

доцент кафедры радиотехнических систем, к.т.н. Белокуров Владимир Анатольевич

(подпись)

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

Заведующий кафедрой радиотехнических систем Кошелев Виталий Иванович

(подпись)

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

Цель изучения дисциплины: получение фундаментального естественно-научного образования, способствующего дальнейшему развитию личности.

Задачи изучения дисциплины распределены между двумя ее модулями, изучаемыми в 8-м и 9-м семестрах, соответственно, по очной форме обучения.

Задачи модуля 1: изучить основные понятия, используемые в радионавигации: навигационный параметр, геометрический элемент; изучить используемые в радионавигации системах координат (локальные, глобальные); изучить основные методы определения местоположения: метод счисления пути, позиционные методы и обзорно-сравнительные методы; изучить принципы построения и основные характеристики чувствительных элементов инерциальных навигационных систем; изучить принципы построения приёмников сигналов спутниковых радионавигационных систем; изучить форматы передаваемых сообщений в спутниковых радионавигационных системах.

Задачи модуля 2: изучить методы описания углового положения объекта: углы Эйлера-Крылова, кватернионы; изучить методы описания динамики материальной точки во вращающейся и неподвижной системах координат; изучить принцип построения инерциальной навигационной системы при использовании различных методов описания углового положения; изучить основы линейной фильтрации: линейный и нелинейных фильтр Калмана; изучить уравнения ошибок инерциальных навигационных систем; изучить основные схемы комплексирования: слабосвязанную с обратной и без обратной связи, сильносвязанную схему.

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	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

		математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических 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.	радиоэлектронных систем и комплексов
	проектный	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	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

		функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, 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	
--	--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Комплексирование РНС» 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.

Курс базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин математического и естественнонаучного, профессионального циклов направления подготовки, таких как «Математика», «Физика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Схемотехника АЭУ», «Радиопередающие устройства», «Радиоприемные устройства», «Основы компьютерного проектирования РЭС». Знания, полученные по этой дисциплине, необходимы специалистам при выполнении квалификационной работы.

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ

уметь:

- проводить выбор структурной схемы аппаратуры радионавигационных систем на основе глубоких теоретических знаний

владеть:

- методами проведения оптимизации аппаратуры радионавигационных систем и комплексов, моделирования аппаратуры радионавигационных систем в современных пакетах моделирования

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 (при наличии)

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: проектный				
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.		ПК-1. Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	ИД-1пк-1. Знать стадии проектирования. ИД-2пк-1. Уметь разрабатывать техническое задание на проектирование.	06.005 Инженер- радиоэлектронщик

4. Объем дисциплины (модуля) 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 (объем) дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ).

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	48
Лекции	32
Лабораторные работы	16
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	60
Экзамены и консультации	9
Консультации в семестре	
Самостоятельные занятия	51
Виды промежуточной аттестации обучающихся	Зачёт, экзамен

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

В структурном отношении программа представлена следующими модулями:

Модуль 1: Теоретические основы методов определения местоположения

Модуль 2: Основы комплексирования радионавигационных систем

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Модуль 1: Теоретические основы методов определения местоположения

Раздел модуля	Содержание
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	
1.1. Введение	Определение радионавигации
1.2. Диапазоны волн, используемые в радионавигации	Критерии выбора длин волн в радионавигации
1.3. Системы координат, используемые в радионавигации	Локальные, глобальные системы координат. Взаимосвязь различных систем координат.
1.4. Классификация РНС и ТТХ	Классификация РНС по назначению. Определение технических и тактических параметров РНС.
2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ	
2.1. Метод счисления пути	Принцип действия, структурная схема, достоинства и недостатки; погрешность определения местоположения. Чувствительные элементы инерциальных навигационных систем. Платформенные и бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС)
2.2. Позиционные методы определения местоположения	Линия положения, поверхность положения, погрешность определения местоположения, геометрический фактор; разновидности позиционных методов определения местоположения: дальномерный, псевдодальномерный, угломерный, угломерно-дальномерный, разностно-дальномерный.
2.3. Обзорно-сравнительный метод определения местоположения	Принцип действия, структурная схема, достоинства и недостатки; погрешность определения местоположения.
3. РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ БЛИЖНЕЙ НАВИГАЦИИ	
3.1. Состав РСБН	Назначение РСБН. Область применения. Состав.
3.2. Канал дальности	Принцип действия. Погрешность определения дальности.
3.3. Канал азимута	Принцип действия. Погрешность определения азимута. Импульсный и фазовый методы.
4. РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДАЛЬНЕЙ НАВИГАЦИИ	

Раздел модуля	Содержание
4.1. Назначение, состав системы Loran-C	Принцип действия, состав аппаратуры потребителя. Погрешность определения местоположения.
4.2. Принципы обработки радионавигационных сигналов в систем «Loran-C»	Тип, используемых сигналов. Выделение навигационной информации из принятого сигнала.
5. СПУТНИКОВЫЕ РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	
5.1. Общие сведения	Состав навигационной системы: космический, наземный сегменты.
5.2. Шкалы времени	Используемые шкалы времени, синхронизация шкал времени.
5.3. Радиосигналы, используемые в спутниковых РНС	Код Голда, М-последовательность, параметры дальномерного сигнала
5.4. Погрешность определения местоположения	Разновидности геометрических факторов. Выбор рабочего созвездия.
5.5. Альманах спутниковой РНС	Назначений, состав. Оперативная и неоперативная информация
5.6. Принципы построения аппаратуры потребителя спутниковой РНС	Обнаружение радионавигационного сигнала, кодовое и частотное разделение сигналов

Модуль 2: Основы комплексирования радионавигационных систем

Раздел модуля	Содержание
6. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	
6.1. Линейная и нелинейная фильтрация	Фильтр Калмана в дискретном времени. Уравнения для дисперсий ошибок фильтрации и экстраполяции. Матрица наблюдений и матрица измерений.
6.2. Описание углового положения твёрдого тела	Углы Эйлера-Крылова, параметры Родриго-Гамильтона, матрица направляющих косинусов. Взаимосвязь параметров.
6.3. Кинематические уравнения	Динамика изменения параметров угловой ориентации с течением времени. Уравнение Пуассона. Собственный кватернион.
6.4. Кинематика поступательного движения	Материальная точка. Система отсчета. Путь. Перемещение. Скорость и ускорение материальной точки, их проекции на координатные оси. Средние значения. Вычисление пройденного пути. Тангенциальное и нормальное ускорение.
6.5. Кинематика вращательного движения	Вращение материальной точки вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными кинематическими характеристиками
6.6. БИНС с углами Эйлера-Крылова	Структурная схема БИНС. Принцип работы. Начальная выставка БИНС
6.7. БИНС с направляющими косинусами	Структурная схема БИНС. Принцип работы.
6.8. БИНС с параметрами Родриго-Гамильтона	Структурная схема БИНС. Принцип работы.
6.9. Модель ошибок БИНС	Описание моделей ошибок БИНС с различными кинематическими параметрами и различными кинематическими уравнениями

Раздел модуля	Содержание
6.10. Схемы комплексирования РНС	Структурные схемы комплексирования РНС во вращающейся и неподвижной системах координат: слабосвязанная с обратной и без обратной связи, сильносвязанная схема.

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

Очная форма обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	практические занятия	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7	8
	Модуль 1	82	24	12	0	0	58
1.1	Введение		1	0.5			3
1.2	Диапазоны волн, используемые в радионавигации		1	0.5			3
1.3	Системы координат, используемые в радионавигации		1	0.5			3
1.4	Классификация РНС и ТТХ		1	0.5			3
2.1	Метод счисления пути		1	0.5			3
2.2	Позиционные методы определения местоположения		2	1			3
2.3	Обзорно-сравнительный метод определения местоположения		2	1			3
3.1	Состав РСБН		2	1			3
3.2	Канал дальности		1	0.5			4
3.3	Канал азимута		2	1			4
4.1	Назначение, состав системы Loran-C		1	0.5			4
4.2	Принципы обработки радионавигационных сигналов в систем «Loran-C»		2	1			4
5.1	Общие сведения		1	0.5			4
5.2	Шкалы времени		1	0.5			4
5.3	Радиосигналы, используемые в спутниковых РНС		2	1			4
5.4	Погрешность определения местоположения		1	0.5			4
5.5	Альманах спутниковой РНС		1	0.5			4
5.6	Принципы построения аппаратуры потребителя спутниковой РНС		1	0.5			4

Модуль 2							
			24	12		16	58
6.1	Линейная и нелинейная фильтрация		2	1			6
6.2	Описание углового положения твёрдого тела		2	1			6
6.3	Кинематические уравнения		4	2		4	6
6.4	Кинематика поступательного движения		2	1			6
6.5	Кинематика вращательного движения		2	1			6
6.6	БИНС с углами Эйлера-Крылова		2	1		4	6
6.7	БИНС с направляющими косинусами		2	1		4	6
6.8	БИНС с параметрами Родриго-Гамильтона		2	1			6
6.9	Модель ошибок БИНС		2	1			5
6.10	Схемы комплексирования РНС		4	2		4	5
Всего:		180	48	24		16	116

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

1. Белокуров В.А. Моделирование алгоритмов работы БИНС в географической системе координат: Методические указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. универс.; Рязань, 2011. 16 с.
2. Белокуров В.А. Исследование функционирования бесплатформенной гировертикали: Методические указания к лабораторной работе / Рязан. гос. радиотехн. универс.; Рязань, 2012. 16 с.

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлен в виде оценочных материалов и приведён в Приложении.

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

Основная

1. Радионавигационные системы. Учебник для вузов/ П.А. Бакулев, А.А. Сосновский.– М.: Радиотехника, 2011 – 262 с.
2. П.А. Бакулев, А.А. Сосновский Радиолокационные системы. Лабораторный практикум. Учебное пособие для вузов, Радиотехника, Москва, 2007. – 160 с.
3. Сборник задач по курсу «Радионавигационные системы» /Под ред. П.А. Бакулева, А.А. Сосновского. Изд. Радиотехника, 2011. – 112 с.

Дополнительная

1. Бабич О.А. Обработка информации в навигационных комплексах.

М.: Машиностроение, 1991 – 180 с.

2. Баранов О.О. Математические задачи дальномерной навигации. М.: Физматлит, 2007– 272 с.

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

- 1) Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.
- 2) Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.
- 3) Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

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

При изучении дисциплины очень полезно опережающее и самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее и создаются условия для диалога с преподавателем. 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 по в библиотеке.

8.3. Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по радионавигационным и радиолокационным системам. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «Какие новые понятия введены, каков их смысл?».

8.4. Рекомендации по подготовке к экзамену

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником по курсу. Кроме «заучивания» материала зачета, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы или графики. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех поня-

тий до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы.

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

1) компьютерный класс с набором лицензионного базового программного обеспечения и программного обеспечения, разработанного на кафедре РТС;

2) мультимедийная аудитория;

3) Программный комплекс для исследования радиолокационных систем «Arrow», разработанный на кафедре РТС

4) Лабораторное программное средство Clutter, разработанное на кафедре РТС.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для освоения дисциплины необходимы:

1) лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;

2) компьютерные классы с отдельными рабочими местами для каждого студента. На персональных компьютерах должно быть установлено вышеуказанное программное обеспечение.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» (квалификация выпускника – инженер, форма обучения – очная).

Программу составил
к.т.н, доцент кафедры РТС

В.А. Белокуров