

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Кафедра «Радиотехнических систем»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета ФРТ

_____/ И.С. Холопов
«__» _____ 2020 г



«ТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

_____/ А.В. Корячко
_____ 2020 г

Заведующий кафедрой РТУ

_____/ Ю.Н. Паршин
«__» _____ 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.13 «Принципы построения и функционирования сетевых спутниковых радионавигационных систем»

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 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., доцент Холопов Иван Сергеевич

(подпись)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «__» _____ 2020 г., протокол № ____

Заведующий кафедрой радиотехнических систем, д.т.н., профессор Кошелев Виталий Иванович

(подпись)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Целью дисциплины «Принципы построения и функционирования сетевых спутниковых радионавигационных систем» является выработка базовых знаний в области систем глобального позиционирования, а также подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Обучение студентов по курсу «Радиоэлектронные системы и комплексы» направлено на углубленное получение знаний по разделам курса, теоретическое и практическое освоение методов и средств формирования и обработки навигационных сигналов, принципов функционирования спутниковых радионавигационных систем (СРНС) и способов повышения их помехозащищенности.

Задачами дисциплины являются:

- представление о СРНС;
- изучение основ функционирования СРНС ГЛОНАСС и GPS;
- представление о принципах работы и основных характеристиках СРНС Compass, Galileo, QZSS;
- изучение основных способов повышения помехозащищенности сигналов СРНС, контроля целостности навигационного поля;
- изучение протокола NMEA;
- формирование навыков по работе с приемниками СРНС.

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	Радиолокация, радиосвязь, радиоуправление, радионавигация, лазерная техника, антенная техника, радиоэлектронные системы космических комплексов, бортовые радиоэлектронные системы ракетно-космической техники, гидроакустические системы и комплексы,

		<p>исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов; разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и 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>	<p>эксплуатация авиационных радиоэлектронных систем и комплексов связи, проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов</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</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</p>

		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, 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	систем и комплексов
--	--	--	---------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.04 «Принципы построения и функционирования сетевых спутниковых радионавигационных систем» 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.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Радиотехнические цепи и сигналы», «Цифровые радиоприемные устройства РНС», «Наземные радионавигационные системы и комплексы», «Спутниковые РНС».

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны

знать:

современное состояние и тенденции развития СРНС;
 состав и принципы функционирования СРНС ГЛОНАСС и GPS;
 применяемые в СРНС кодовые последовательности;

структуру принимаемого навигационного сообщения;

уметь:

декодировать навигационные данные из сообщения, поступающего по протоколу NMEA; синтезировать сложные сигналы для дальномерных кодов СРНС ГЛОНАСС и GPS;

владеть:

навыками работы с программными средствами визуализации навигационных данных проектирования цифровых устройств для задач РЭБ;

навыками реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов СРНС.

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		ПК-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ИД-1ПК-2. Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов. ИД-2ПК-2. Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов. ИД-3ПК-2. Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов	06.005 Инженер-радиоэлектронщик

<p>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, 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</p>			<p>прикладных программ</p>	
---	--	--	----------------------------	--

4 Объём дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов, выделенных на контактную работы обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ): 6 ЗЕ.

Вид занятий	Всего часов	Очная форма	
		Семестр 9	Семестр 10
Общая трудоёмкость	216	108	108
Аудиторные занятия (всего)	64	32,25	34,35
В том числе:			
Лекции	48	32	16
Лабораторные работы	16	0	16
Практические занятия	0	0	0
Консультации	2	0	2
Иные виды контактной работы	0,6	0,25	0,35
Самостоятельная работа (всего)	114	67	47
Экзамены и консультации	27	8,75	26,65
Вид итогового контроля:		зачет	экзамен

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

9-й семестр

№ п/п	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся	Общая трудоемкость, всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего		
1.	Структура СРНС: история развития, общие сведения о СРНС, подсистема космических аппаратов, подсистема контроля и управления, навигационная аппаратура потребителей	2,0	0	0	2	4,0	6
2.	Шкалы времени. Универсальные шкалы времени и шкалы времени, используемые в СРНС. Нестабильность частоты и времени в опорных генераторах. Синхронизация шкал времени в СРНС	2,0	0	0	2	4,0	6
3.	Траекторное движение навигационных спутников. Системы координат, используемые в СРНС. Классические элементы орбиты спутника. Движение спутника по невозмущенной орбите	2,0	0	0	2	4,0	6
4.	Методы решения навигационных задач: дальномерный метод, псевдо дальномерный метод, разностно-дальномерный и псевдо разностно-дальномерный метод	2,0	0	4,0	6	4,0	10
5.	Методы решения навигационных задач: Радиально-скоростной (доплеровский) метод, псевдо радиально-скоростной (псевдо доплеровский) метод, разностно-радиально-скоростной метод. Комбинированные методы. Определение ориентации с помощью СРНС	2,0	0	0	2	4,0	6
6.	Требования, предъявляемые к радиосигналам в СРНС. Математическое описание радиосигналов. Фазоманипулированные сигналы. Общие свойства бинарных фазоманипулированных сигналов. М-последовательности. Основные свойства	2,0	0	0	2	4,0	6
7.	Последовательности Голда. Последовательности Кассама. Модуляция радиосигнала навигационным сообщением. Относительная фазовая манипуляция. Синхронизация в приемнике сигналов СРНС	2,0	0	0	2	4,0	6
8.	Источники погрешностей и точность	2,0	0	4,0	6	4,0	10

	навигационно-временных определений в СРНС: составляющие погрешности определения псевдо дальности и псевдо скорости. Влияние среды распространения на параметры сигнала. Коэффициент преломления среды. Влияние ионосферы на запаздывание сигнала						
9.	Источники погрешностей и точность навигационно-временных определений в СРНС: влияние тропосферы на запаздывание сигнала, влияние многолучевого распространения сигнала, погрешности, вносимые навигационным приемником	2,0	0	0	2	4,0	6
10.	Протокол NMEA-0183	2,0	0	0	2	4,0	6
11.	Общие сведения о СРНС ГЛОНАСС: система координат, шкалы времени, виды используемых сигналов, характеристики модулирующих последовательностей.	2,0	0	0	2	4,0	6
12.	Навигационные сообщения СРНС ГЛОНАСС	2,0	0	4,0	6	4,0	10
13.	Общие сведения о СРНС GPS: система координат, шкалы времени, виды используемых сигналов, характеристики модулирующих последовательностей, навигационные сообщения.	2,0	0	0	2	4,0	6
14.	Контроль целостности навигационного поля. Дифференциальный режим работы СРНС.	2,0	0	0	2	4,0	6
15.	Многоканальный коррелятор. Горячий, теплый и холодный старт.	2,0	0	4,0	6	4,0	10
	Всего:	30	0	16	46	60	106

10-й семестр

№ п/п	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся	Общая трудоемкость, всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего		
1.	Структура навигационного приемника: антенна, радиочастотный тракт, аналого-цифровой преобразователь, опорный генератор и синтезатор частот.	2,0	0	0	2	4	6
2.	Погрешности, вносимые на этапе решения навигационной задачи. Геометрический фактор в СРНС	2,0	0	4	6	6	12
3.	Помехоустойчивость аппаратуры потребителей. Методика оценки помехоустойчивости навигационного	2,0	0	0	2	4	6

	Приемника. Методика оценки влияния помех на коррелятор. Методы расчета помеховой составляющей на выходе коррелятора						
4.	Анализ внутрисистемных помех при использовании различных типов навигационных сигналов с кодовым разделением	2,0	0	4	6	4	10
5.	Определение угловой ориентации по сигналам спутниковых радионавигационных систем	2,0	0	0	2	4	6
6.	Особенности приема сигналов СРНС ГЛОНАСС и GPS аппаратурой потребителей космического базирования	2,0	0	4	6	4	10
7.	Имитаторы сигналов СРНС	2,0	0	4	6	4	10
	Всего:	14	0	16	30	30	60

Лабораторные работы

- 1) Исследование функционирования глобальной радионавигационной системы и точности определения координат
- 2) Исследование сигналов с фазовой манипуляцией: M-последовательности и коды Голда
- 3) Изучение протокола NMEA
- 4) Исследование горячего, теплого и холодного старта
- 5) Исследование геометрического фактора СРНС ГЛОНАСС и GPS
- 6) Исследование воздействия маскирующих помех на аппаратуру потребителя
- 7) Исследование особенностей приема сигналов СРНС ГЛОНАСС и GPS аппаратурой потребителей космического базирования
- 8) Исследование воздействия имитирующих помех на аппаратуру потребителя

Изучение дисциплины в соответствии с учебным планом заканчивается зачетом в 9-м семестре и экзаменом – в 10-м. Экзамен проводится в соответствии с руководящим «Положение о промежуточной аттестации» от 13.04.2016г.

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

Для обеспечения самостоятельной работы студентам предоставляются методические указания, входящие в состав учебно-методических ресурсов ОПОП:

Методические указания

- 1) Исследование функционирования глобальной радионавигационной системы и точности определения координат : методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; Кошелев В.И.,

Уполовнев Ю.В. Рязань, 2007. – 16 с. Наличие на абонементе учебной литературы (АУЛ) – 65 шт.

- 2) Исследование помехозащищенности спутниковых систем навигации: метод. указ / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; Кошелев В.И. Рязань, 2010. – 16 с. АУЛ = 65.

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны демонстрационные слайды лекций

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

Фонд оценочных средств приведен в документе «Оценочные материалы по дисциплине «Принципы построения и функционирования сетевых спутниковых радионавигационных систем» (Б1.4.Б.03 ППиФ_ССРНС_ОМ).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в рамках данной дисциплины, изложены в методических указаниях по выполнению и защите лабораторных работ.

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

Рекомендуемая литература

Основная

1) Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы. — М.: Радиотехника, 2011. – 224 с. АУЛ = 22.

2) 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>

Дополнительная

1) Сборник задач по курсу "Радионавигационные системы": учебное пособие для вузов / под ред. П.А. Бакулева и А. А. Сосновского. – М. : Радиотехника, 2011. – 112 с. АУЛ = 16.

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции (раз в неделю), практические занятия и лабораторные работы (раз в две недели и раз в четыре недели соответственно). Изучение курса завершается зачетом в 9-м семестре и экзаменом – в 10-м.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Указания в рамках лекций

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Первый просмотр записей желательно сделать в день лекции. Лекцию необходимо прочитать, заполнить пропуски, расшифровать и уточнить некоторые сокращения, дополнить некоторые недописанные примеры. Особое внимание следует уделить содержанию понятий. Все новые понятия должны выделяться в тексте, чтобы их легко можно было отыскать и запомнить. Лекционный материал является важным, но не единственным для изучения учебной дисциплины. Его необходимо дополнить материалом из рекомендуемой литературы по теме. Если обучающемуся самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающимся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Указания в рамках практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий – формирование у студентов практических навыков по работе с аппаратурой потребителей сетевых спутниковых радионавигационных систем.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса. Содержание практических занятий фиксируется в рабочей программе дисциплины в разделе 4.

При подготовке к практическим (семинарским) занятиям необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме.

Указания в рамках лабораторных работ

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на следующие цели:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия рабочей программы дисциплины и включают порядковый номер работы и наименование;

- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- технические средства, программные средства;
- теоретические материалы, требуемые для выполнения работы;
- пример выполнения;
- порядок выполнения работы;
- варианты индивидуальных заданий;
- правила техники безопасности;
- список литературы;
- ссылки на электронные ресурсы сети Интернет.

Содержание лабораторных работ, их порядковый номер в рамках дисциплины и количество отводимых на выполнение академических часов приведены в разделе 4 настоящей рабочей программы дисциплины.

Состав заданий для лабораторной работы спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а так же организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторной работы предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой после успешного синтеза цифрового устройства преподаватель выдает индивидуальное задание по модификации либо оптимизации спроектированного устройства.

Указания в рамках самостоятельной работы студентов

Рекомендуется проводить самостоятельную подготовку к лабораторным работам по материалам, прочитанным на лекциях, а также использовать сведения из основной и дополнительной рекомендуемой литературы, в том числе методических указаний к лабораторным работам.

Обучающимся рекомендуется внимательно ознакомиться с вопросами, которые предусматривают самостоятельное изучение, и осмыслить характер задания. Затем следует найти источники информации по соответствующему вопросу, используя предложенный преподавателем список обязательной и дополнительной литературы, а также ресурсы интернета. Во время чтения рекомендуется осуществлять теоретический анализ текста: выделять главные мысли, находить аргументы, подтверждающие основные тезисы, а также иллюстрирующие их примеры и т.д. После этого можно приступать к выполнению задания, при этом важно помнить, что выполненное задание во всех случаях должно отражать основные выводы, к которым пришли в процессе самостоятельной учебной деятельности.

В качестве промежуточной аттестации используются опросы по результатам каждого раздела дисциплины, которые могут проходить при приеме лабораторных работ или выполнении индивидуальных заданий по материалам пройденных разделов.

Указания в рамках подготовки к итоговой аттестации

При подготовке к зачету и экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей рабочей программе.

К итоговой аттестации допускаются обучающиеся, выполнившие и сдавшие все лабораторные работы и выполнившие в полном объеме программу практических занятий.

Зачет проводится в письменной форме в виде тестирования. При верном ответе на 70 и более процентов вопросов ставится оценка «зачтено». В противном случае, а также при наличии задолженности по лабораторным занятиям выставляется оценка «не зачтено».

Экзамен проводится в письменно-устной форме и заключается в ответе на 2 теоретических вопроса.

Оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы не менее чем на 80% материалов вопросов, «хорошо» – даны правильные ответы не менее

чем на 60% материалов вопросов, «удовлетворительно» –даны ответы не менее чем на 40% материалов вопросов. В противном случае, а также в случае не явки на экзамен и при наличии задолженности по практическим занятиям выставляется оценка «не удовлетворительно».

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

При проведении практических занятий и лабораторных работ используется программное обеспечение:

- 1) uBlox ver. 5.16.

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

Лекционные занятия:

- 1) Маркерная или меловая доска.
- 2) Мультимедиа-проектор.

Лабораторные работы:

- 1) ПЭВМ.
- 2) Отладочный макет uBlox с приемником GPS.

Программу составил
к.т.н., доцент кафедры РТС

/ И.С. Холопов /