

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

«ТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

/ А.В. Корячко

\_\_\_\_\_ 2020 г



Заведующий кафедрой РТУ

/ Ю.Н. Паршин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.ДВ.04.02 «Основы спутниковой радионавигации»

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 устройств, к.т.н., доцент Васильев Евгений Викторович

---

(подпись)

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «16» июня 2020 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**

**Целью** изучения специальной дисциплины "Основы спутниковой навигации" является ознакомление студентов с теоретическими основами и современными технологиями, положенными в основу работы спутниковых радионавигационных систем.

**Основные задачи**, решаемые в ходе изучения дисциплины:

- уяснение теоретических основ и принципов построения современных спутниковых радионавигационных систем;
- ознакомление с методами навигационных измерений и источниками их погрешностей в спутниковой радионавигационной системе;
- изучение основных свойств радиосигналов, применяемых в спутниковых радионавигационных системах, и цифровой информации, содержащейся в этих сигналах;
- изучение аппаратуры спутникового и наземного сегмента спутниковых радионавигационных систем.

**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 процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере; подготовка научно-технических отчетов,	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>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, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных</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>

		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 образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 «Основы спутниковой навигации» 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.

Для освоения дисциплины обучающийся должен иметь компетенции, полученные в результате освоения дисциплин «Цифровая обработка сигналов», «Устройства генерирования и формирования сигналов» «Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС», «Устройства СВЧ и антенны». Для освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

- основные положения электроники, радиотехники, распространения радиоволн;
- основные принципы работы радиоприемников, радиопередатчиков, антенно-фидерных устройств;

*уметь:*

- осуществлять сбор и анализ исходных данных из различных источников с использованием современных информационных технологий;
- осуществлять расчеты и моделирование с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

*владеть:*

- навыками поиска научно-технической информации с использованием информационных технологий;
- стандартными средствами моделирования радиотехнических устройств и систем.

## 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	Код и наименование профессио-	Код и наименование индикатора дости-	Обоснование (ПС,
-----------	------------	-------------------------------	--------------------------------------	------------------

	область знания	нальной компе- тенции	жения профессио- нальной компетен- ции	анализ опы- та)
Направленность (профиль), специализация: Радионавигационные системы и комплексы				
Тип задач профессиональной деятельности: проектный				
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		ПК-4. Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Знать современный уровень микропроцессоров, микропроцессорных систем, программируемых логических интегральных схем и автоматизированных средств для разработки изделий на их основе. ИД-2 <sub>ПК-4</sub> . Уметь выбирать элементную базу для цифровых радиотехнических устройств. ИД-3 <sub>ПК-4</sub> . Владеть современными средствами разработки цифровых радиотехнических устройств	06.005 Инженер- радиоэлектронщик

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	66,35
Лекции	48
Практические занятия	16
Иные виды контактной работы	0,35
Консультации	2
Самостоятельная работа обучающихся	105
Контроль	44,65
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	Экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

В структурном отношении программа представлена следующими разделами:

Тема 1. Принципы построения спутниковых радионавигационных систем (СРНС)  
Общие принципы построения СРНС. Структура СРНС и ее составляющие. Действующие СРНС.

Тема 2. Пространственные характеристики СРНС.

Пространственные системы координат, используемые в СРНС. Орбитальное движение навигационных спутников.

Тема 3. Шкалы времени в СРНС.

Шкалы времени, используемые в СРНС. Вопросы нестабильности и синхронизации шкал времени в СРНС.

Тема 4. Определение координат потребителя в СРНС.

Псевдодалномерный принцип расчета координат в СРНС. Основные источники погрешностей определения координат в СРНС.

Тема 5. Оборудование навигационных спутников.

Особенности конструкции навигационных спутников. Эталонные генераторы частот и меток времени, используемые в наземном и спутниковом оборудовании СРНС. Характеристика антенных устройств, приемной и передающей радиоаппаратуры, используемой на радиолинии СРНС.

Тема 6. Радиолиния СРНС.

Энергетические характеристики радиолинии СРНС. Влияние среды распространения сигнала на функционирование СРНС.

Тема 7. Сигналы СРНС.

Требования, предъявляемые к радиосигналам СРНС. Типы сигналов в СРНС. Модуляция радиосигналов навигационными данными. Цифровая информация в сигналах СРНС. Сигналы СРНС GPS и ГЛОНАСС.

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

#### Очная форма обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемк., всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоят. работа обучающихся
			все-го	лек-ции	Практ. занятия	ИКР, Кнс	
1	Принципы построения спутниковых радионавигационных систем (СРНС)	23	8	8	0	0	15
2	Пространственные характеристики СРНС.	21	6	6	0	0	15
3	Шкалы времени в СРНС.	23,35	8,35	4	4	0,35	15
4	Определение координат потребителя в СРНС.	23	8	6	4	0	15
5	Оборудование навигационных	25	10	10	0	0	15

	спутников.						
6	Радиолиния СРНС.	25	10	6	4	0	15
7	Сигналы СРНС.	27	12	8	4	0	15
	Консультации в семестре	2				2	
	Экзамены и консультации	44,65					
	Всего	216	66,35	48	16	2,35	105

### Виды лабораторных, практических и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемк., часов
1	2	3	4	5
1	Принципы построения спутниковых радионавигационных систем (СРНС)	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы.	14
2	Пространственные характеристики СРНС.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы.	12
		Лабораторные работы	Моделирование орбитального движения ИСЗ в TLE-формате. Моделирование орбит СРНС ГЛОНАСС и GPS.	8
3	Шкалы времени в СРНС.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы.	12
		Практические занятия	Исследование термостабильности кварцевого генератора (моделирование)	4
4	Определение координат потребителя в СРНС.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы.	12
		Практические занятия	Расчет координат потребителя в СРНС (решение задач).	4
5	Оборудование навигационных спутников.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы.	12
6	Радиолиния СРНС.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы.	12
		Практические занятия	Энергетический расчет радиолинии	4
		Лабораторные работы	Расчет энергетики радиолинии в СРНС. Слежение за низкоорбитальными спутниками	8



7	Сигналы СРНС.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы.	12
		Практические занятия	Формирование и обработка фазоманипулированных сигналов (моделирование)	4
	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы.	10
	Экзамены и консультации	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Изучение литературы. Подготовка к экзамену	40

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

### **Основная**

1. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы. — М.: Радиотехника, 2011. — 224 с. — 17 экз.
2. 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>

### **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. — 16 экз.
2. Бакулев, П.А. Радионавигационные системы : Учеб.для вузов. - М.: Радиотехника, 2005. - 224с. — 47 экз.
3. Денисов, В.П. Радиотехнические системы [Электронный ресурс] / В.П. Денисов, Б.П. Дудко. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 334 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4919>.
4. Амелина, М.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Амелина, С.А. Амелин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 632 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53665>.
5. Савин, А.А. Радионавигационные системы. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Савин, А.А. Мещеряков, Б.П. Дудко. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 109 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11282>.

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

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Спутниковые радионавигационные системы»).

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

### **Основная**

1. Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы. — М.: Радиотехника, 2011. — 224 с. — 17 экз.
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. — 16 экз.
2. Бакулев, П.А. Радионавигационные системы : Учеб.для вузов. - М.: Радиотехника, 2005. - 224с. — 47 экз.
3. Денисов, В.П. Радиотехнические системы [Электронный ресурс] / В.П. Денисов, Б.П. Дудко. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 334 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4919>.
4. Амелина, М.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Амелина, С.А. Амелин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 632 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53665>.
5. Савин, А.А. Радионавигационные системы. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Савин, А.А. Мещеряков, Б.П. Дудко. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 109 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11282>.

## **8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения 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/>.
- 3 Электронная библиотека РГРТУ, режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### ***Работа студента на лекции***

Для освоения дисциплины требуется предварительная подготовка в области радиотехники, электроники, аналоговой и цифровой схемотехники. В процессе лекционного занятия студент должен вести конспект и отражать в нем принципиально важные определения, формулы, структурные схемы, выводы, результаты анализа основных положений.

При ведении конспекта рекомендуется использовать нумерацию разделов, глав, формул. Рекомендуется каждый раздел завершать изложением своего понимания, комментарием. Непонятные места можно сопровождать вопросами, с которыми следует обратиться к преподавателю после лекции.

### ***Подготовка к лабораторным работам***

Перед выполнением лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с заданием и теоретическим материалом. Желательно заранее выполнить подготовку шаблона отчета, чтобы на лабораторном занятии осталось время для сдачи работы.

Перед сдачей работы рекомендуется ознакомиться со списком вопросов изучаемой темы и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу. Таким образом вы сможете сэкономить свое время и время преподавателя.

В часы самостоятельной работы студенты выполняют задачи, которые им предложены по основным темам дисциплины, а также изучают основную и дополнительную литературу по дисциплине.

#### ***Подготовка к сдаче экзамена***

Экзамен – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины.

Главная задача экзамена состоит в том, чтобы у студента из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях, тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме.

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;
- 5) умение приложить теорию к практике, решать задачи, правильно проводить расчеты и т. д.;
- 6) знакомство с историей предмета экзамена;
- 7) логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Подготовка к экзамену не должна ограничиваться прочтением лекционных записей, даже, если они выполнены подробно и аккуратно. Следует избегать механического заучивания.

Перед экзаменом назначается консультация. Цель ее – дать ответы на вопросы, возникшие в ходе самостоятельной подготовки. Лектор на консультации обращает внимание на те разделы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных разделах курса.

Подготовку к экзаменам следует начинать с общего планирования подготовки, с определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо внимательно сверить свои конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Операционная система Windows XP Professional (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019).
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. Micro-Cap 11 Evaluation version (бесплатная версия для обучения, Spectrum Software End User License Agreement).

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–на ПК в а.111, 111а

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

1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;

2) для проведения лабораторных работ необходима лаборатория с персональными компьютерами и специализированным оборудованием;

3) для проведения лекций аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 11.05.01 (квалификация выпускника – инженер, форма обучения – очная).

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

Е.В. Васильев