

«Утверждаю»



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.1.01.06.ДВ.01.01 Радионавигация

**Направление подготовки:** 11.04.01 Радиотехника

**Направленность (профиль):** Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

**Форма обучения:** очная

**Институт:** агробиотехнологий и технических систем

**Кафедра:** агроинженерии, мехатронных и радиоэлектронных систем

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	1		
Семестр/триместр	2		
Лекции	18		
Лабораторные занятия	18		
Практические (семинарские) занятия	18		
в т.ч. практическая подготовка			
Консультации			
Формы промежуточной аттестации	экзамен- 0,3		
Контроль	9		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	116,7		

**Всего часов:** 216

**Трудоемкость:** 6 зачетных единиц

Разработчик рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент

И.В. Пешков

# I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## Цель изучения дисциплины

получение студентами математических основ представления и обработки сигналов и принципов построения и работы различных типов радионавигационных систем (РНС). Практических навыков по основам построения и расчета радионавигационных сигналов.

## Задачи изучения дисциплины:

- изучение теоретических основ и практического навыков представления и обработки радионавигационных сигналов в различных типах РНС;
- оптимальной обработки, оценки координат и других параметров.

## Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.В.1.01.06.ДВ.01.01 Радионавигация реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1.

## Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины Б1.В.1.01.06.ДВ.01.01 Радионавигация направлен на формирование следующих компетенций: УК-1; ПКС-1

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<b>Знать:</b> - Методологию и принципы критического анализа. - Современные научные достижения в соответствующей области знаний и методы их оценки.;	<b>Знает:</b> - методы критического анализа и оценки современных научных достижений; - основные принципы критического анализа.
	<b>Уметь:</b> - Проводить системный анализ проблемной ситуации: выявлять ее структурные элементы, взаимосвязи между ними и внешние контексты. - Генерировать варианты решения проблемы на основе критического осмысления информации из различных источников. - Формулировать ключевые вопросы и задачи для дальнейшей разработки в рамках выбранного алгоритма действий.	<b>Умеет:</b> - анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке.
	<b>Владеть:</b> - Навыками стратегического планирования: разработки последовательности шагов для достижения цели, прогнозирования результатов и оценки влияния планируемой деятельности на внешнюю среду и вовлечен	<b>Владеет:</b> - интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях; - использованием современных средств информационно-

	<p>ные стороны;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- эффективной профессиональной коммуникации и применению цифровых инструментов в академической и практической деятельности</li> </ul>	<p>коммуникационных технологий.</p>
<p>ПКС-1: Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Физико-математические основы моделирования сигналов, процессов и явлений в радиотехнике.</li> <li>- Принципы работы, функциональные возможности и ограничения современных пакетов прикладных программ для моделирования радиотехнических систем.</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем;</li> <li>- принципы работы, возможности и ограничения современных пакетов прикладных программ для моделирования в радиотехнике.</li> </ul>
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Формулировать задачи анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем.</li> <li>- Разрабатывать и реализовывать вычислительные модели радиотехнических процессов в специализированных средах моделирования.</li> <li>- Проводить многовариантные расчеты и параметрический анализ для исследования влияния параметров на характеристики системы.</li> <li>- Анализировать, верифицировать результаты моделирования и формулировать на их основе содержательные выводы.</li> </ul>	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем.</li> <li>- разрабатывать и реализовывать вычислительную модель заданного радиотехнического процесса в выбранной среде моделирования;</li> <li>- проводить многовариантные расчеты, параметрический анализ и моделирование для исследования влияния отдельных параметров на характеристики системы;</li> <li>- анализировать результаты моделирования, оценивать их корректность, формулировать содержательные выводы</li> </ul>
	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Математическим аппаратом и численными методами для решения задач теоретической и прикладной радиотехники.</li> <li>- Навыками работы с профессиональными пакетами прикладных программ для компьютерного моделирования.</li> <li>- Методами интерпретации и презентации результатов моделирования для обоснования технических решений.</li> </ul>	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники</li> <li>- навыками работы с профессиональными пакетами прикладных программ для компьютерного моделирования в радиотехнике;</li> <li>- методами интерпретации результатов моделирования и их презентации для обоснования</li> </ul>

		принятых технических решений.
--	--	-------------------------------

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	<b>Модуль 1 Радионавигационные системы</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>20</b>
2.	Тема 1. Общие принципы работы.	6	2			4
3.	Тема 2. Наземные радионавигационные системы.	10	2	2		6
4.	Тема 3. Радиотехническая система ближней навигации.	9	2	2		5
5.	Тема 4. Спутниковые радионавигационные системы.	9	2	2		5
6.	<b>Модуль 2 Физические принципы радионавигации</b>	<b>74</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>34</b>
7.	Тема 5. Фазовый метод измерения дальности.	13	2	2	4	5
8.	Тема 6. Частотный метод измерения дальности.	15	2	4	4	5
9.	Тема 7. Временной метод измерения дальности.	14	2	2	4	6
10.	Тема 8. Доплеровский метод измерения скорости.	14	2	2	4	6

	сти.					
11.	Тема 9. Корреляционный метод измерения скорости.	9	2	2		5
12.	Тема 10. Простейший пеленгатор.	9			2	7
13.	Контроль	зачет				
14.	<b>Итого за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>
15.	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>

**Очно - заочная форма обучения не реализуется**  
**Заочная форма обучения не реализуется**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Внутрисеместровая аттестация проводится в форме письменной контрольной работы.

#### **Тестовые задания**

A1. Основными принципами радионавигации являются измерения от / до электрических маяков таких параметров как

- а) Координат, расстояния;
- б) Напряжения, тока;
- в) Высоты, глубины;
- г) Температуры, влажности.

A2. Система дальнего радионавигационного обеспечения была создана для решения ряда специальных задач таких как?

- а) Безопасность космического движения;
- б) безопасность дорожного движения;
- в) безопасность на воздушном, наземном и морском транспорте;
- г) Никакие.

A3. Какие частоты используются в радионавигационной системе ближнего действия для воздушного судна VOR?

- а) 1-2 ГГц.
- б) от 18,00 до 17,95 МГц.
- в) 108,00 - 117,95 МГц.
- г) Ничего из приведенного.

A4. Какие два типа сигналов используются в радионавигационной системе ближнего действия для воздушного судна VOR?

- а) Частотно-модулированный сигнал.

- б) Сигнал импульсный.
- в) Сигнал синусоид.
- г) всенаправленный главный сигнал, а второй сигнал высокой направленности.

А5. Как называется радиопередатчик с известными координатами, используемый в качестве авиационной или морской навигационной помощи?

- а) Ненаправленный (радио) маяк (NDB)
- б) Направленный (радио) маяк (NDB).
- в) Сверхнаправленный (радио) маяк (SDB).
- г) Слабонаправленный (радио) маяк (SDB)

А6. Какие антенны чаще всего используются в радиолокации на летательном аппарате, который обнаруживает сигнал авиационной или морской навигационной помощи?

- а) Телевизионные и спутниковые
- б) Фазированные и направленные.
- в) Директорные и периодические.
- а) Никакие

А7. Какие несущие используются спутниковой радионавигационной системой ГЛОНАСС?

- а)  $L1=1575,42$  МГц и  $L2=1227,6$  МГц;
- б) 108,00 - 117,95 МГц.
- в) 1-2 ГГц.
- г) от 18,00 до 17,95 МГц.

А8. Как называется информация, необходимая для вычисления координат спутника с достаточной точностью спутниковой радионавигационной системой ГЛОНАСС?

- а) Эфемеридная;
- б) Альманах.
- в) Дайджест.
- г) Важная информация.

А9. Что входит в состав наземного сегмента спутниковой радионавигационной системой ГЛОНАСС?

- а) Космодром, центр управления и измерения;
- б) Только центр управления и измерения
- в) Только сотовые телефоны и навигаторы.
- г) Только космодром.

А10. Какой тип разделения сигналов используется в спутниковой радионавигационной системой ГЛОНАСС?

- а) Амплитудный.
- б) Фазовый.
- в) Пространственный.

г) Частотный.

### Часть В

В1. Дополните определение.

Радионавигационные устройства взаимодействуют друг с другом (по радиоканалам или в рамках одной структурной схемы) и, в сочетании, определяют \_\_\_\_\_ движущихся объектов.

В2. Дополните определение.

Спутниковая навигация основывается на использовании принципа беззапросных дальномерных измерений между навигационными \_\_\_\_\_ и потребителем.

В3. Дополните определение.

В состав аппаратуры искусственного спутника Земли и приемника входят эталонные \_\_\_\_, причем точность спутникового эталона времени исключительно высока.

В4. Дополните определение.

Спутники ГЛОНАСС транслируют сообщения \_\_\_\_\_ спутников и собственное смещение часов (то есть, опережение часов) как функции (атомного) стандартного времени.

В5. Установите соответствие между типом погрешности и причиной появления.

1. система ближней навигации	a) специальные задачи.
2. система дальней навигации.	b) система обеспечения полётов авиации.
3. глобальная навигационная система.	c) Всемирное определение положения.
4. опорные компасы.	d) текущее положение судна.

В6. Свободное изложение.

Опишите способ получения координат с помощью системы ближней навигации?

В7. Дополните определение.

С 2008 года исследуются и внедряются новые сигналы \_\_\_\_\_ для использования с ГЛОНАСС.

В8. Дополните определение.

Спутники ГЛОНАСС передают два типа сигналов: открытый сигнал стандартной точности L1OF / L2OF и \_\_\_\_\_ сигнал L1SF / L2SF.

В9. Установите соответствие между измерительным прибором и измеряемой параметром.

1. радиочастотную часть.	a) определить координаты потребителя.
2. цифровой коррелятор.	b) усилении входного сигнала,

	фильтрации, преобразовании частоты и аналого-цифровом преобразовании.
3. процессор.	с) спектр сигнала переносится на "нулевую" частоту.

В10. Дополните определение.

К сегменту потребителей систем GPS и ГЛОНАСС относятся \_\_\_\_\_ сигналов спутников.

### Часть С

- С1. Опишите Радиотехнические системы дальней радионавигации?  
 С2. Опишите общие принципы Спутниковые радионавигационные системы?  
 С3. Опишите Структура навигационных радиосигналов системы ГЛОНАСС.  
 С4. Опишите структурную схему фазированной антенной решетки?  
 С5. Опишите работу амплитудного радиопеленгатора.

### Вопросы к экзамену

#### (2 семестр, очная форма обучения)

1. Классификация РНС.
2. Навигационные задачи.
3. Наземные радионавигационные системы
4. Радиотехническая система ближней навигации
5. Спутниковые радионавигационные системы
6. Определение дальности. Методы определения дальности.
7. Фазовый метод измерения дальности.
8. Частотный метод измерения дальности.
9. Временной метод измерения дальности.
10. Неоднозначность при определении дальности.
11. Допплеровская частота.
12. Когерентные РЛС.
13. Уравнение радиолокации.
14. Прохождение сигнала через канал.
15. Различные типы потерь
16. Определение эффективной площади рассеяния.
17. Методы предсказания.
18. Зависимость от поляризации и угла ракурса.
19. Площадь рассеяния простых объектов
20. Площадь рассеяния сложных объектов
21. Детектирование в присутствии шума.
22. Согласованная фильтрация.
23. Сжатие импульсов.
24. Простейший пеленгатор.
25. Повышение разрешения пеленгаторов.

## IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Основная литература

1. Общая теория радиолокации и радионавигации: распространение радиоволн / А.Н. Фомин, В.А. Копылов, А.А. Филонов, А.В. Андронов ; под общ. ред. А.Н. Фомина ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2017. – 318 с. : ил., табл., схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497384> (дата обращения: 17.03.2024)

2. Данилов, С. Н. Теоретические основы радиолокации и радионавигации : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 11.03.01 «Радиотехника» / С. Н. Данилов, А. В. Иванов ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – 90 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499007> (дата обращения: 17.03.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1693-5. – Текст : электронный.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Теоретические и физические основы радиолокации и специального мониторинга : учебник / А.Н. Фомин, В.Н. Тяпкин, Д.Д. Дмитриев и др. ; под общ. ред. Ищук ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 292 с. : ил., табл., схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497727> (дата обращения: 17.03.2024).

2. Тимошкин, А.И. Спутниковая связь и навигация: курс лекций : [16+] / А.И. Тимошкин, Д.В. Костюк ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2018. – 196 с.: ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=562690>(дата обращения: 17.03.2024).

## V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://www.dsplib.ru/">http://www.dsplib.ru/</a>	Теория и практика цифровой обработки сигналов	Свободный доступ.
2.	<a href="http://www.lan23.ru/">http://www.lan23.ru/</a>	Информационный некоммерческий портал беспроводных коммуникаций. Обзор аппаратных и программных средств сетей Wi-Fi. Вардрайвинг.	<a href="http://www.lan23.ru/">http://www.lan23.ru/</a>

3.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Электронно-библиотечная система.	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
----	---	----------------------------------	---

## VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

4.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
5.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

## VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.
- Octave - свободная система для математических вычислений. Срок действия лицензии: бессрочно.
- Micro-Cap — SPICE-подобная программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором. Имеется бесплатная студенческая версия (demo).

## VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Лаборатория цифровой обработки сигналов (учебная аудитория № 009) для проведения учебных занятий.

Перечень основного оборудования:

Отладочная плата LPC2378-STK, отладочный набор DL-Atlys Spartan-6 FPGA, источник постоянного тока HY3005, паяльная станция Аоуе 768, генератор сигналов высокочастотный Г4-153, генератор ТВ сигналов.