

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой радиофизики



(Ю.Э. Корчагин)  
21. 04. 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.02.01 Сверхширокополосные сигналы в радиофизике**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:  
03.04.03 Радиофизика.
2. Профиль подготовки/специализация: Физика радиосвязи и инфо-коммуникационных технологий
3. Квалификация (степень) выпускника: магистр.
4. Форма обучения: Очная.
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Кафедра Радиофизики.
6. Составители программы: доцент кафедры радиофизики, к.ф.-м.н. Бутейко В.К.
7. Рекомендована: Кафедрой радиофизики. Протокол: №4 от 21.04.2025.
8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 2.

**9. Цель и задачи изучения дисциплины.** Цель курса - ознакомить студентов с теоретическими и прикладными основами применения сверхширокополосных сигналов в перспективных радиофизических и радиотехнических системах. Основная задача курса - ознакомить студентов с передовыми концепциями и методами применения сверхширокополосных сигналов, научить применению этих методов в научной и инженерной работе, экспериментальных исследованиях, при разработке перспективных радиофизических систем.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Вариативная часть. Обязательная дисциплина.** (Цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей). Дисциплина относится к специальному циклу. Дисциплина опирается на курсы: Электродинамика. Радиотехнические цепи и сигналы. Излучение и распространение радиоволн. Излучение и распространение несинусоидальных волн.

**11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-1.1	Владеет фундаментальными знаниями в области систем связи и телекоммуникаций	<b>знать:</b> основные принципы излучения и распространения сверхширокополосных сигналов <b>уметь:</b> оценить сравнительную эффективность применения сверхширокополосных сигналов по сравнению с другими типами колебаний <b>владеть:</b> методами расчета сравнительной эффективности радиофизических систем

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3 / 108**

**. Форма промежуточной аттестации(зачет)**

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		3	....	.....
Аудиторные занятия	<b>24</b>	<b>24</b>		
в том числе: лекции	<b>12</b>	<b>12</b>		
лабораторные	<b>12</b>	<b>12</b>		
практические	<b>0</b>	<b>0</b>		
Самостоятельная работа	<b>84</b>	<b>84</b>		
Итого:	<b>108</b>	<b>108</b>		

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Введение	<b>Определение сверхширокополосных сигналов (СШС). Сферы их возможного применения</b>
1.2	Классификация СШС.	<b>Общая классификация сигналов. Место СШС среди различных классов сигналов (видео, радио, шумоподобные, пикосекундные импульсы и т.д.)</b>
1.3	Ортогональные и неортогональные наборы СШС	<b>Классификация систем ортогональных функций на конечных интервалах. Кодовые последовательности. Вейвлеты.</b>
1.4	СШС на базе ортогональных полиномов	<b>Известные системы ортогональных полиномов. Соответствующие им дифференциальные уравнения. Построение устройств по заданному для него дифференциальному уравнению.</b>
1.5	СШС на базе систем ортогональных разрывных функций.	<b>Системы функций Уолша, Радемахера и др. Их свойства, методы генерации. Разложение в ряды по ортогональным разрывным функциям.</b>
1.6	СШС – как наборы функций при вейвлет преобразованиях.	<b>Вейвлет преобразования сигналов. Их преимущества и возможные сферы применения. Примеры вейвлет преобразований.</b>
1.7	Приемники СШС при наличии помех	<b>Приемник с промежуточными секвентами. Оптимальный прием СШС в присутствии аддитивной широкополосной помехи. Особенности расчета потенциальных характеристик приемников.</b>
<b>2. Практические занятия</b>		
2,1	Ортогональные и неортогональные наборы СШС	<b>Разложение в ряды по ортогональным функциям на конечных интервалах</b>
2,2	СШС на базе ортогональных полиномов	<b>Построение блок-схем устройств по заданному для него дифференциальному уравнению.</b>
2,3	СШС на базе систем ортогональных разрывных функций.	<b>Разложение в ряды по ортогональным разрывным функциям.</b>
2,4	СШС – как наборы функций при вейвлет преобразованиях.	<b>Вейвлет преобразования сигналов.</b>
2,5	Приемники СШС при наличии помех	<b>Оценка потенциальных характеристик приемников.</b>

### 13.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	1				1
2	Классификация СШС	1				1
3	Ортогональные и неортогональные наборы СШС	2	2		16	20
4	СШС на базе ортогональных полиномов	2	2		16	20
5	СШС на базе систем ортогональных разрывных функций.	2	2		16	20
6	СШС – как наборы функций при вейвлет преобразованиях.	2	2		16	20
7	Приемники СШС при наличии помех	2	4		20	26

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины** работа с конспектами лекций, выполнение практических заданий, заданий текущей аттестации, подготовка и доклады рефератов.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины**

#### а. основная литература:

№ п/п	Источник
1	Урядников, Юрий Федорович. Сверхширокополосная связь : теория и применение / Ю.Ф. Урядников, С.С. Аджемов. — М. : СОЛОН-Пресс, 2005. — 267с. : ил. — (Библиотека студента)
2	Кольцов, Ю.В. Методы и средства анализа и формирования сверхширокополосных сигналов / Ю.В. Кольцов. — М. : Радиотехника, 2004. — 128 с
3	Астанин Л.Ю., Костылев А.А. Основы сверхширокополосных радиолокационных измерений. М.: Радио и связь, 1989.

#### б. дополнительная литература:

№ п/п	Источник
10	Арслан Х., Чен Чж. Н., Бенедетто М. Сверхширокополосная беспроводная связь /Москва: Техносфера, 2012. – 640 с..
11	Широкополосные и сверхширокополосные сигналы и системы. Радиотехника.: 2009. 168 с.

#### с. информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1.	<a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/">http://ru.wikipedia.org/wiki/</a> Сверхширокополосные сигналы
2.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
3.	<a href="http://uwbgroup.ru/">http://uwbgroup.ru/</a>
4.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского государственного университета :

	электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml.simple+elib.xml+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml.simple+elib.xml+rus</a>
5.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486</a>
6.	Электронно-библиотечная система «ЮПАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457</a>
7.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1436">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1436</a>
8.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1401">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1401</a>
9.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1360">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1360</a>
10.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1344">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1344</a>
11.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1343">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1343</a>
12.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1336">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1336</a>
13.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1310">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1310</a>
14.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308</a>
15.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307</a>
16.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306</a>

## 16.Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Бутейко В.К. Актуальные вопросы и ответы по сверхширокополосным колебаниям Для студ. 4 к.д/о и 5 к. в/о Методические указания ООО «Общество Бутейко», Воронеж, 1998, 8 с.

**17.Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):** Технологии численных вычислений на ЭВМ, включая пакеты Maxima, Mathcad и т.п., технологии поиска информации в Интернете с использованием современных браузеров и поисковых роботов типа Yandex, Rambler и т.п.

**18.Материально-техническое обеспечение дисциплины:** Персональные компьютеры, видеопроектор BenQ MP575.

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-1	<b>знать:</b> основные принципы излучения и распространения сверхширокополосных сигналов	Разделы 1.1 -1.7	ФОС
	<b>уметь:</b> оценить сравнительную эффективность применения сверхширокополосных сигналов по срав-	Разделы 2.1-2.5	ФОС

	нению с другими типами колебаний		
	<b>владеть:</b> методами расчета сравнительной эффективности радиофизических систем	Разделы 2.1-2.5	ФОС
ПК-2	<b>знать,</b> преимущества и недостатки применения СШС	Разделы 1.1 -1.7	ФОС
	<b>уметь:</b> качественно анализировать диаграмм направленности дипольных антенных решеток.	Разделы 2.1-2.5	ФОС
	<b>владеть:</b> способностью создавать и/или подбирать формальные модели радиофизических процессов и систем с использованием СШС	Разделы 2.1-2.5	ФОС
ОПК-3	<b>знать:</b> фундаментальных разделов физики и радиофизики.	Разделы 1.1 -1.7	ФОС
	<b>уметь:</b> применять математические методы для решения научно-исследовательских задач	Разделы 2.1-2.5	ФОС
	<b>владеть:</b> способами проектирования и расчета устройств, использующих СШС	Разделы 2.1-2.5	ФОС
<b>Промежуточная аттестация</b>			КИМ

## 19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации:

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели 19.1:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом предмета;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение применять методы сравнительного расчета характеристик радиосистем.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется 2-балльная шкала: «зачет», «незачет».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Зачет	В основном программа изучена, есть трудности в применении знаний при решении некоторых задач
Незачет	Материал либо полностью не изучен, либо есть разделы, в которых студент полностью не разбирается

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к зачету:**

1. Каким параметром характеризуют сверхширокополосность сигнала?
2. Какая связь существует между определениями резонанса для узкополосных и сверхширокополосных колебаний?
3. В каком случае можно разделить сигналы, занимающие одну и ту же область спектра?
4. Системы ортогональных функций на конечных интервалах?.
5. Что такое вейвлет преобразования сигналов?
6. Примеры вейвлет преобразований?
7. Оптимальный прием СШС в присутствии аддитивной широкополосной помехи.
8. Каковы особенности расчета потенциальных характеристик приемников?
9. Каковы сферы возможного применения СШС?
10. Определение СШС.

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); письменных работ (контрольные, Критерии оценивания приведены выше.*

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое задание, позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков.

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок Критерии оценивания приведены выше.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Направление/специальность 03.04.03 – радиофизика**

шифр и наименование специальности

**Дисциплина: Б1.В.ДВ.02.01. Сверхширокополосные сигналы в радиофизике**

**Программа: Физика радиосвязи и инфокоммуникационных технологий**

Форма обучения: очная

Учебный год: 2025/2026

---

Ответственный исполнитель

Зав кафедрой радиофизики



(Ю.Э. Корчагин)

Исполнитель

Доцент кафедры радиофизики

(Бутейко В.К. )



СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП по направлению/специальности



(Ю.Э. Корчагин)

подпись

расшифровка подписи

Начальник отдела обслуживания ЗНБ



(Н.В. Белодедова)

подпись

расшифровка подписи

---

Программа рекомендована НМС физического факультета

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 4 от 24.04.2025 г.