

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

**ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

А.А. Галкин

« 1 »

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Сетевые измерительные системы»**

Направление подготовки  
11.04.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки  
Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Владимир  
2022

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель освоения дисциплины

Дисциплина «Сетевые измерительные системы» обеспечивает подготовку специалиста в области компьютеризации измерений, контроля и испытаний радиотехнических средств (РТС).

### Задачи:

1. Подготовка в области проектирования СИС различного назначения.
2. Формирование практических навыков работы с виртуальными измерительными приборами и системами.
3. Подготовка в области метрологического сопровождения СИС для научно-исследовательской сферы профессиональной деятельности магистра.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Сетевые измерительные системы» относится к вариативным дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.05.02.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПК-3.1 Знать современные методы экспериментальных исследований; ПК-3.2 Уметь организовать экспериментальные исследования с применением современных алгоритмов и методов; ПК-3.3 Владеть навыками проведения исследований РЭА.	Знать современные методы исследований путем компьютерного моделирования; Уметь организовать экспериментальные исследования алгоритмов оценки параметров радиосигнала; Владеть навыками экспериментальных исследований РЭА.	Тестовые вопросы Контрольная работа Практико-ориентированное задание
ПК-4 Способен к организации проведения измерений и проверки качества работы оборудования, проведения ремонтно-профилактических и ремонтно-	ПК-4.1 Знать методы проверки качества работы оборудования; ПК-4.2 Уметь организовать проведение измерений с проверкой качества работы оборудования; ПК-4.3 Владеть навыками проведения измерений и проверки качества работы	Знать методы проверки качества работы виртуальных приборов; Уметь организовать проведение измерений с проверкой качества работы виртуальных приборов Владеть навыками проведения измерений и проверки качества работы виртуальных приборов.	Тестовые вопросы Контрольная работа Практико-ориентированное задание

восстановительны х работ:	оборудования.		
ПК-5 Способен выполнять анализ отказов оборудования, организация работ по улучшению качества работы оборудования связи (теле- коммуникаций):	ПК-5.1 Знать причины отказов оборудования, ПК-5.2 Уметь выполнять анализ отказов оборудования с выбором методик выполнения измерений для улучшения качества работы измерительного оборудования ПК-5.3 Владеть навыками улучшения качества работы измерительного оборудования путем повышения точности	Знать причины отказов оборудования виртуальных приборов, Уметь выполнять анализ отказов оборудования с выбором методик выполнения измерений для улучшения качества работы виртуальных приборов Владеть навыками улучшения качества работы измерительного оборудования путем повышения точности виртуальных приборов	Тестовые вопросы Контрольная работа Практико- ориентированно е задание

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежут. аттестации (по семестрам)
			Неделя семестра	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Крейтовые и виртуальные системы испытаний	1	1	2				
2			2	2		1	2	
3	Автономные и встроенные КВСИ		3	2				
4			4	2		1	2	
5	Дискретизация, интерполяция и восстановление сигналов		5	2				
6			6		2		1	2
7	Методы алгоритмических измерений во временной области		7	2				
8			8		2		1	2
9	Методы алгоритмических измерений в частотной области		9	2				
10			10		2	4	1	2
11	Программное обеспечение КВСИ		11	2				
12			12		2	4	1	2



13	Крейтовые системы САМАС (КАМАК)	13	2					
14		14		2	4	1	2	
15	Спецификации VME, VXI, Compact PCI и PXI	15	2					
16		16		2	4	1	2	
17	Тенденции развития систем контроля и измерения	17	2					
18		18		2	2	1	2	Рейтинг контроль №3
Всего			18	18	18		18	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР								-
Итого по дисциплине			18	18	18		99	Экзамен (27)

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Тема 1. Сетевые измерительные системы

Задачи и принципы построения СИС. Основные понятия и термины. Контроль, измерение и мониторинг РЭА. Виды испытаний радиоустройств и радиосистем.

#### Тема 2. Автономные и встроенные СИС

Архитектура, аппаратная реализация и сравнительные характеристики автоматизированных систем испытаний. Индивидуальные автоматизированные системы испытаний. Комбинированные системы.

#### Тема 3. Дискретизация, интерполяция и восстановление сигналов

Стробящее аналого-цифровое преобразование и восстановление сигнала во временной и частотной областях. Диапазон интерполяции сигнала (ДИС); диапазон синхронизированного стробирования (ДСС) или линейной трансформации временного и частотного масштаба сигнала; диапазон восстановления по Котельникову (ДВК); диапазон несинхронизированного стробирования (ДНС) или нелинейной трансформации временного и частотного масштаба сигнала.

#### Тема 4. Методы алгоритмических измерений во временной области

Восстановление и оценка среднеквадратического значения сигнала методом интегрирования во временной области. Метод несинхронизированного стробирования. Многоуровневое интерполирование при оценке частоты и фазового сдвига сигнала.

#### Тема 5. Методы алгоритмических измерений в частотной области

Преобразование Фурье в задачах оценки параметров радиосигналов. Оценка частоты и разности фаз сигналов. Оценка параметров модуляции. Оценка среднеквадратического значения сигнала.

#### Тема 6. Программное обеспечение СИС

Унификация программирования приборов и модулей на основе спецификаций SCPI и VISA. Спецификация SCPI. Команды SCPI, их назначение и особенности. Иерархичность SCPI. Методы программирования по функциональной схеме и по задаче.

#### Тема 7. Крейтовые системы САМАС (КАМАК)

Виды крейтовых систем контроля и измерения. Интерфейс САМАС. Основные линии и шины. Адресация. Логическая и функциональная организация. Конструктивные требования. Крейт САМАС.

#### Тема 8. Спецификации VME, VXI, Compact PCI и PXI

Механические требования. Расположение системного слота. Электрические требования. Периферийные модули.

#### Тема 9. Тенденции развития систем контроля и измерения.

Сигналы, линии и шины LXI. Синхронизация и запуск. Возможности взаимодействия разных систем. Совместимость и возможности расширения систем. Протоколы асинхронный и синхронный. Программирование.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

#### **Тема 3. Дискретизация, интерполяция и восстановление сигналов**

**Занятие 1.** Восстановление сигнала в диапазоне интерполяции сигнала.

**Занятие 2.** Восстановление сигнала в диапазоне синхронизированного стробирования или линейной трансформации временного и частотного масштаба сигнала.

**Занятие 3.** Реконструкция сигнала в диапазоне восстановления по Котельникову.

**Занятие 4.** Восстановление сигнала в диапазоне несинхронизированного стробирования или нелинейной трансформации временного масштаба сигнала.

#### **Тема 4. Методы алгоритмических измерений во временной области**

**Занятие 5.** Восстановление и оценка среднеквадратического значения сигнала методом интегрирования во временной области.

**Занятие 6.** Многоуровневое интерполирование при оценке частоты и фазового сдвига сигнала.

#### **Тема 5. Методы алгоритмических измерений в частотной области**

**Занятие 7.** Оценка частоты и разности фаз сигналов.

**Занятие 8.** Оценка нелинейных искажений сигнала.

**Занятие 9.** Оценка среднеквадратического значения сигнала.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

#### **Тема 3. Дискретизация, интерполяция и восстановление сигналов**

##### **Лабораторная работа 1.**

Перенос спектра сигнала в область ПЧ при стробирующем аналого-цифровом преобразовании.

##### **Лабораторная работа 2.**

Восстановление сигнала в ДИС, ДСС, ДВК, ДНС.

#### **Тема 4. Методы алгоритмических измерений во временной области**

##### **Лабораторная работа 3.**

Исследование методов оценки среднеквадратического значения сигнала.

#### **Тема 5. Методы алгоритмических измерений в частотной области**

##### **Лабораторная работа 4.**

Оценка разности фаз сигналов на основе преобразований Фурье и Гильберта.

##### **Лабораторная работа 5.**

Восстановление и формирование полигармонического сигнала на основе дискретного преобразования Фурье.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Задания для проведения 1 рейтинг-контроля**

1. Выбрать частоту дискретизации АЦП и нарисовать временное представление, а также частотное расположение 4-х гармоник пилообразного сигнала с частотой  $N$  МГц для ДИС.

2. Выбрать частоту дискретизации АЦП и нарисовать временное представление, а также частотное расположение в области ПЧ 4-х гармоник пилообразного сигнала с частотой  $N$  МГц для ДСС.

#### **Задания для проведения 2 рейтинг-контроля**

1. Выбрать частоту дискретизации АЦП и нарисовать временное представление, а также частотное расположение в области ПЧ 4-х гармоник пилообразного сигнала с частотой  $N$  МГц для ДНС, выделив ГПН и ГОН.

2. Для частоты сигнала  $4N$  МГц, имеющего 2-ю гармонику, выбрать частоту дискретизации



АЦП для работы в ДИС с допустимой погрешностью восстановления до 1%. Нарисовать временную последовательность выборочных точек и спектр сигнала.

### **Задания для проведения 3 рейтинг-контроля**

1. Для частоты сигнала  $4N$  МГц, имеющего 5 гармоник, выбрать частоту дискретизации АЦП для работы в ДВК. Нарисовать временную последовательность выборочных точек, а также взаимное расположение спектров сигнала и стробирующего импульса.

2. Выбрать частоту дискретизации АЦП и нарисовать временное представление, а также частотное расположение в области ПЧ 10 гармоник пилообразного сигнала с частотой  $N$  МГц для ДНС, выделив ГПН и ГОН.

## **5.2. Промежуточная аттестация по итогам усвоения дисциплины**

### **Вопросы к экзамену**

1. Виды испытаний радиоустройств и радиосистем.
2. Принципы построения крейтовых и виртуальных систем испытаний.
3. Классификация и сравнительные характеристики автоматизированных систем испытаний.
4. Автономные и встроенные системы контроля.
5. Индивидуальные автоматизированные системы испытаний.
6. Преобразования Фурье и Гильберта в задачах оценки параметров радиосигналов.
7. Оценка параметров модуляции.
8. Оценка частоты сигнала.
9. Оценка разности фаз сигналов.
10. Оценка среднеквадратического значения сигнала.
11. Оценка нелинейных искажений сигнала.
12. Оценка среднеквадратического значения сигнала методом интегрирования.
13. Метод несинхронизированного стробирования.
14. Многоуровневое интерполирование при оценке частоты сигнала.
15. Многоуровневое интерполирование при оценке фазового сдвига.
16. Шины USB и LXI.
17. Интерфейс CAMAC.
18. Интерфейс VME.
19. Интерфейс VXI.
20. Интерфейс PXI.
21. Унификация программирования на основе спецификаций SCPI и VISA.

## **5.3. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении индивидуальных заданий к практическим занятиям и СРС. Основа самостоятельной работы изучение теории по рекомендованным источникам и конспекту лекций, а также решение задач:

1. Для частоты сигнала  $4N$  МГц, имеющего 2-ю гармонику, выбрать частоту дискретизации АЦП для работы в ДНС. Нарисовать временную последовательность выборочных точек, а также взаимное расположение спектров сигнала и стробирующего импульса.
2. Для частоты пилообразного сигнала  $4N$  МГц с 40 гармониками выбрать частоту дискретизации АЦП для работы в ДИС с допустимой погрешностью восстановления до 1%. Нарисовать временную последовательность выборочных точек и спектр сигнала.

3. Выбрать частоту дискретизации АЦП и нарисовать временное представление, а также частотное расположение в области ПЧ 4-х гармоник пилообразного сигнала с частотой  $N$  МГц для ДВК.
4. Для частоты сигнала  $4N$  МГц, имеющего 2-ю гармонику, выбрать частоту дискретизации АЦП для работы в ДСС. Нарисовать временную последовательность выборочных точек, а также взаимное расположение спектров сигнала и стробирующего импульса.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Гол издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература*</b>			
1. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 307 с.	2019	Электронный учебник	ЭБС «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru/79612.html">http://www.iprbookshop.ru/79612.html</a>
2. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Виртуальные радиоизмерительные приборы и комплексы: Учебное пособие / Владим. гос. ун-т. - Владимир. - 2015. - 236 с.	2015	53	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4308">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4308</a>
3. Аминев А.В. Метрология, стандартизация и сертификация в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аминев А.В., Блохин А.В.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 204 с.	2016	Электронный учебник	ЭБС «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru/65945.html">http://www.iprbookshop.ru/65945.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
Поздняков А.Д. Интерполяционные алгоритмы определения параметров непрерывного и амплитудно-модулированного сигнала. Практикум / Владим. гос. ун-т; Владимир, 2021. - 92 с.	2021	33	
1. Коротков В.С. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Коротков В.С., Афонасов А.И.— Саратов: Профобразование, 2017.— 186 с.	2017	Электронный учебник	ЭБС «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru/66391.html">http://www.iprbookshop.ru/66391.html</a>
2. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Моделирование алгоритмических методов определения параметров радиосигналов. Практикум / Владим. гос. ун-т;	2012	73	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4308">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4308</a>

Владимир, 2012. 114 с.			456789/2383
3. Поздняков А.Д. Крейговые системы РХИ для контроля, испытаний и мониторинга радиоаппаратуры: учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. – Владимир: Ред.-издат. комплекс ВлГУ, 2010. – 118 с.	2010	73	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1862">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1862</a>
4. Поздняков А.Д. Курс лекций по дисциплине «Метрология и радиоизмерения», Часть 1 / Владим. гос. ун-т; Владимир, 2008. 164 с.	2008	73	ЭБС ВлГУ <a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1104">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1104</a>

## 6.2. Периодические издания

### Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

### Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

### Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

## 6.3. Интернет-ресурсы

«IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>  
ЭБС ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru>  
<http://www.studentlibrary.ru>  
<http://znanium.com/bookread2.php?book>  
[www.instruments.ru](http://www.instruments.ru)  
[www.instruments.ru](http://www.instruments.ru)  
[www.keysight.com](http://www.keysight.com)  
[www.advantest.com](http://www.advantest.com)  
[www.anritsu.com](http://www.anritsu.com)  
[www.lecroy.com](http://www.lecroy.com)  
[www.keithley.com](http://www.keithley.com)  
[www.fluke.com](http://www.fluke.com)  
[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)  
[www.tek.com](http://www.tek.com)  
[www.ni.com](http://www.ni.com)



## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа (301-3, 335-5), занятий практического/лабораторного типа (504-3), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 25 до 40 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (504-3);
- компьютеры со специализированным программным обеспечением виртуальных приборов.

### **Примечания:**

1. Общее число подготовленных слайдов более 700, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.
2. Общее число компьютеров в лаборатории 504-3 со специализированным программным обеспечением составляет 5 единиц, а измерительных приборов - 19 единиц

Рабочую программу составил Поздняков А.Д., профессор каф. РТ и РС 

Рецензент АО "Конструкторское опытное бюро радиоаппаратуры", руководитель проектной группы к.т.н. Кучин С.И. 


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС \_\_\_\_\_

Протокол № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой РТ и РС к.т.н. Корнеева Н.Н. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.04.01 «Радиотехника»

Протокол № 1 от 30.08.22 года

Председатель комиссии зав. кафедрой РТ и РС к.т.н. Н.Н.Корнеева 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Н. Корнеева

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Н. Корнеева

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Н. Корнеева



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

«Сетевые измерительные системы»

образовательной программы направления подготовки 11.04.01 «Радиотехника»

направленность: Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			
3			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Корнеева Н.Н.

*Подпись*

*ФИО*