

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)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности



А.А.Панфилов
« 27 » 06 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
"Сетевые измерительные системы"
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 11.04.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки: Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Уровень высшего образования Магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоёмкость зач. ед.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз./зачет)
1	5/18	18	18	18	99	Экзамен (27)
Итого	5/18	18	18	18	99	Экзамен (27)

Владимир
2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины

Дисциплина «Сетевые измерительные системы» (СИС) обеспечивает подготовку специалиста в области компьютеризации измерений, контроля и испытаний применительно к задачам разработки производства и эксплуатации радиотехнических средств (РТС).

Задачи:

1. Подготовка в области проектирования СИС различного назначения: внешних и встроенных, универсальных и специализированных, технологических и эксплуатационных.
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.

Пререквизиты дисциплины: "Автоматизация экспериментальных радиофизических исследований", "Автоматизированные системы испытаний радиоустройств", "Метрология и радиоизмерения", "Микропроцессорные устройства".

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Сетевые измерительные системы», соотносимые с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1		3
ОПК-2:	Частичный	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы: <i>Знать</i> современные методы исследования РЭА; <i>Уметь</i> представлять и аргументировано защищать результаты лабораторных исследований; <i>Владеть</i> навыками представления результатов исследований.
ПК-3:	Частичный	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов: <i>Знать</i> современные методы экспериментальных исследований; <i>Уметь</i> организовать экспериментальные исследования с применением современных алгоритмов и методов; <i>Владеть</i> навыками проведения исследований РЭА.
ПК-4:	Частичный	Способен к организации проведения измерений и проверки качества работы оборудования, проведения ремонтно-профилактических и ремонтно-восстановительных работ: <i>Знать</i> методы проверки качества работы оборудования; <i>Уметь</i> организовать проведение измерений с проверкой качества работы оборудования; <i>Владеть</i> навыками проведения измерений и проверки качества работы оборудования.
ПК-5:	Частичный	Способен выполнять анализ отказов оборудования, организация работ по улучшению качества работы

		оборудования связи (телекоммуникаций): <i>Знать</i> причины отказов оборудования, <i>Уметь</i> выполнять анализ отказов оборудования с выбором методик выполнения измерений для улучшения качества работы измерительного оборудования <i>Владеть</i> навыками улучшения качества работы измерительного оборудования путем повышения точности
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов/тем дисциплины	сем и/или разделов	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежут. аттестации (по семестрам)
				Неделя семестра	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС		
1	Сетевые измерительные системы LXI		1	1	2			4	1/50%	
				2		2		6	1/50%	
2	LXI – комбинация Ethernet, GPIB и VXI			3	2			4	1/50%	
				4		2		6	1/50%	
3	Дискретизация и интерполяция и восстановление сигналов			5	2			4	1/50%	
				6		2		6	1/50%	Рейтинг контроль №1
4	Расширение zakresка и синхронизация			7	2			4	1/50%	
				8		2		6	1/50%	
5	Механизмы синхронизации			9	2			4	1/50%	
				10		2	4	9	4/66,7%	
6	Программное обеспечение СИС			11	2			4	1/50%	
				12		2	4	9	4/66,7%	Рейтинг контроль №2
7	Использование часов реального времени			13	2			4	1/50%	
				14		2	4	9	4/66,7%	
8	Другие измерительные сети			15	2			4	1/50%	
				16		2	4	9	4/66,7%	
9	Гибридные сети			17	2			4	1/50%	
				18		2	2	3	2/50%	Рейтинг контроль №3
Всего				18	18	18	99	31/57%	Экзамен	
Наличие в дисциплине КИ/КР									-	
Итого по дисциплине				18	18	18	99	31/57%	Экзамен	

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Тема 1. Сетевые измерительные системы (СИС)

Построение распределенных систем сбора информации. Алгоритмические измерения параметров РЭА. Виртуальные сетевые измерительные системы.

Тема 2. LXI – комбинация Ethernet, GPIB и VXI

Протокол передачи данных Ethernet. Скорость, простота, дешевизна, непрерывное улучшение и обратная совместимость локальных вычислительных сетей. Синхронизация локальных и удаленных инструментов на основе стандартного протокола IEEE 1588.

Тема 3. Дискретизация, интерполяция и восстановление сигналов

Стробирующее 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. Распирение запуска и синхронизации

Технология WTB (Wired Trigger Bus) дополняет уже существующие в Ethernet методы синхронизации. WTB позволяет объединить в одну цепь до 16 устройств. Преимущества применения WTB.

Тема 5. Механизмы синхронизации

Стандарт IEEE 1588, лежащий в основе механизмов синхронизации LXI, является одним из ключевых преимуществ шины. Улучшение характеристик стандартного Ethernet. В распределенной системе LXI устройства синхронизируются и выполняют задачи измерения самостоятельно, независимо от основного контроллера.

Тема 6. Программное обеспечение СИС

Унификация программирования приборов и модулей на основе спецификаций SCPI и VISA. Программное обеспечение для управления LXI устройствами. Технология VISA (Virtual Instrument Software Architecture).
Драйверы для модулей _IVI_COM и IVI_C.

Тема 7. Использование часов реального времени

Протокол Точной Синхронизации (Precision Timing Protocol) позволяет синхронизировать внутренние часы прибора с часами мастер хоста, которые являются центральными для всей измерительной сети. Требования к конфигурированию, экранированию и соединительным кабелям длиной до 10 м.

Тема 8. Другие измерительные сети

Возможности сетевых структур на базе LAN и LXI. Возможности сетевых структур на базе USB и IEEE-488. Возможности сетевых структур на базе RS-232 IEEE-488.

Тема 9. Гибридные сети

Возможности создания гибридных сетей, которые могут включать в себя устройства, работающие по протоколам LXI, GPIB, VXI, PXI и т.д. Высокая производительность системы и обработка событий на аппаратном уровне с использованием триггерного режима (гибкого запуска и синхронизации).

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. Восстановление сигнала в диапазоне восстановления по Котельникову.

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

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

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

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.

Лабораторная работа 3.

Исследование методов оценки среднеквадратического значения сигнала.

Лабораторная работа 4.

Оценка разности фаз сигналов на основе преобразований Фурье и Гильберта (4 часа).

Лабораторная работа 5.

Восстановление и формирование полигармонического сигнала на основе дискретного преобразования Фурье.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Сетевые измерительные системы» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

Лабораторные работы выполняются в виде исследований современных алгоритмов цифровой обработки сигналов с интерактивным поиском условий оптимизированных преобразований.

Практически занятия включают решение задач в интерактивном режиме работы со специализированной компьютерной программой. Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 57% от аудиторных часов. СРС в полном объеме выполняется в интерактивном режиме внеаудиторной работы.

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

6.1. Текущий контроль успеваемости

(N – номер по списку группы)

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 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.

6.2. Промежуточная аттестация по итогам усвоения дисциплины

Контрольные вопросы к экзамену

1. Виды испытаний радиоустройств и радиосистем.
2. Принципы построения виртуальных систем встроенного контроля.
3. Классификация и сравнительные характеристики 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. Унификация программирования приборов и модулей.
17. Принципы построения ИС с шинами USB, LXI.
18. Интерфейс CAMAC.
19. Интерфейс VME.
20. Интерфейс VXI.
21. Интерфейс PXI.
22. Унификация программирования на основе SCPI и VISA.
23. Спецификация SCPI.
24. Программирование по функциональной схеме и по задаче.

6.3. 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 средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине «Сетевые измерительные системы» оформляется отдельным документом

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 107 с.	2019	Электронный учебник	ЭБС «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru/79612.html
2. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Виртуальные радио-измерительные приборы и комплексы: Учебное пособие / Владим. гос. ун-т. - Владимир. - 2015. - 236 с.	2015	53	ЭБС ВлГУ http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4308
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» http://www.iprbookshop.ru/65945.html
Дополнительная литература			
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» http://www.iprbookshop.ru/66391.html
2. Поздняков А.Д., Поздняков В.А. Моделирование алгоритмических методов определения параметров радиосигналов. Практикум / Владим. гос. ун-т; Владимир, 2012. 114 с.	2012	73	ЭБС ВлГУ http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2383
3. Поздняков А.Д. Крейтовые системы РХИ для контроля, испытаний и мониторинга радиоаппаратуры: учебное пособие / Владим. гос. ун-т. — Владимир: Редак.-издат. комплекс ВлГУ, 2010. — 118 с.	2010	73	ЭБС ВлГУ http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2383

с.				456789/1862
4. Поздняков А. Д. Курс лекций по дисциплине «Метрология и радиотехнические измерения», Часть 1 / Владим. гос. ун-т; Владимир. 2008. 164 с.	2008	73		ЭБС ВлГУ http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1104

7.2. 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.

7.3. 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
www.instruments.ru
www.instruments.ru
www.keysight.com
www.advantest.com
www.anritsu.com
www.lecroy.com
www.keithley.com
www.fluke.com
www.rohde-schwarz.com
www.tek.com
www.ni.com

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Сетевые измерительные системы»

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа (301-3, 335-5), занятий практического/лабораторного типа (504-3, 506-3), 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 (506-3);
- 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 506-3 со специализированным программным обеспечением составляет 5 единиц, а измерительных приборов - 19 единиц

Рабочую программу составил профессор каф. РТ и РС А.Д. Поздняков
(ФИО, подпись)

Рецензент ген. директор ВКБ «Радиосвязь» к.т.н. А.Е. Богданов
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1.8 от 26.06.19 года

Заведующий кафедрой РТ и РС О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления «РАДИО ТЕХНИКА»

Протокол № 8 от 27.06.19 года

Председатель комиссии и зав. кафедрой РТ и РС О.Р. Никитин
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Сетевые измерительные системы»

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ О.Р. Никитин

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
«Сетевые измерительные системы»
(наименование дисциплины)

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			

Зав. кафедрой _____ /Никитин О.Р.
Подпись *ФИО*