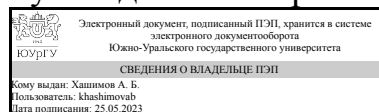


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



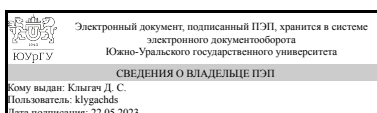
А. Б. Хашимов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.03 Радиоизмерения и диагностика радиоэлектронных средств
для направления 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

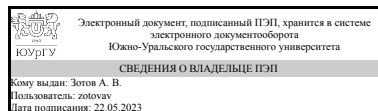
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 956

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



Д. С. Клыгач

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. В. Зотов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является приобретение знаний и навыков в области методов и средств радиоизмерений, а также в области диагностики радиоэлектронных средств

Краткое содержание дисциплины

В ходе выполнения практических работ учащиеся применяют радиоизмерительные приборы для исследования устройств СВЧ (исследуются основные составные части радиоизмерительных приборов). При применении радиоизмерительных приборов изучаются современные возможности и ограничения используемых инструментов, связь с программной и аппаратной реализацией. При исследовании устройств СВЧ изучаются технические данные (электрические параметры, сведения о надежности, температурные зависимости) с целью построения радиоизмерительных комплексов из отдельных компонентов. Исходные данные для выполнения практических работ:

1. Данные, полученные путем исследования изучаемых устройств радиоизмерительным оборудованием (векторный анализатор цепей, анализатор спектра, осциллограф, частотомер, измеритель мощности СВЧ). 2. Файлы формата Touchstone, содержащие S-параметры исследуемых устройств в широкой полосе частот. При изучении радиоизмерительного оборудования основное внимание уделяется анализу структуры приборов их сопряжению и автоматизации измерений.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Знает: основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей); методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; методы экспериментального исследования и диагностики радиоэлектронных средств различных частотных диапазонов; методы экспериментального исследования радиоэлектронных средств с использованием современных радиоизмерительных комплексов; физические принципы функционирования радиоэлектронных средств различного назначения Умеет: выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при

	<p>измерениях требования стандартизации и метрологического обеспечения; использовать основные диагностические методы в радиоэлектронной аппаратуре; вести диалог при обсуждении научных, производственных, социально-общественных аспектов, связанных с современными методами измерений, радиоизмерительными и диагностическими комплексами</p> <p>Имеет практический опыт: владения методами анализа и расчета устройств различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров радиоэлектронных средств; методами расчета параметров диагностических схем радиоэлектронной аппаратуры; обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки радиоизмерительных и диагностических комплексов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; работы со стандартами и руководящими материалами</p>
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.Ф.05 Радиоизмерительные комплексы электронных средств, 1.Ф.06 Практический семинар по проектированию и технологии радиоэлектронных средств, 1.Ф.09 Моделирование и оптимизация в проектировании радиоэлектронных средств, Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
--------------------	-------------	------------------------------------

		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
Подготовка к практическим работам	21	21
Самостоятельная работа студента по темам вынесенным преподавателем	14,75	14.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Основные методы радиоизмерений и диагностики	2	2	0	0
2	Диагностика и измерения на основании исследования формы и параметров сигнала СВЧ	5	3	2	0
3	Измерение частоты и интервалов времени	4	2	2	0
4	Радиочастотные измерения	12	5	7	0
5	Анализ спектра, модуляции и мощности сигналов	8	4	4	0
6	Измерительные генераторы	1	0	1	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Анализ структурной схемы и составных частей векторного анализатора цепей. Способы калибровки и коррекции ошибок. Программные и возможности и ограничения. Работа с данными формата Touchstone (обработка и визуализация данных формата, преобразование S-параметров) Моделирование оснастки (преобразование импеданса порта, исключение и встраивание цепи). Обработка данных измерений во временной области: — применение преобразования временной области (учет особенностей применения данного метода); — селекция во временной области (диапазоны и типы преобразования);	2
2	2	Анализ структурной схемы, составных частей и оснастки осциллографа. Программные и возможности и ограничения. Осциллографы с различными импедансом входа, с аналоговой и цифровой реализацией измерительного тракта. Активные и пассивные пробники, пробники E и H поля.	3
3	3	Анализ структурной схемы и основных узлов анализатора спектра и измерителя мощности. Возможности и ограничения. Варианты реализации.	2
4	4	Генераторы сигналов произвольной формы. Прямой цифровой синтез. Генераторы опорных частот, коэффициент шума, фазовые шумы.	5
5	5	Анализ спектра и мощности сигналов в радиоизмерительных комплексах	4

		электронных средств Измерение частоты и интервалов времени в радиоизмерительных комплексах электронных средств	
--	--	--	--

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
4	2	Анализ повреждений кабельной сборки во временной области	2
7	3	Измерения коэффициента шума ВАЦ и скорости работы синтезатора в зависимости от полосы фильтра ПЧ	2
3	4	Автоматизация измерений с применением стандартных команд для программируемых приборов	2
5	4	Применение ВАЦ в качестве генератора сигналов, анализатора спектра	3
9	4	Запись и воспроизведение спектра радиочастотного сигнала	2
1	5	Измерение характеристик СВЧ-фильтра	1
2	5	Измерение некоторых характеристик антенны с помощью ВАЦ	1
10	5	Частотно-избирательный датчик мощности, погрешности, измерение мощности сигналов специальной формы	2
6	6	Измерение уровня сигнала ВАЦ	1

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практическим работам	Данилин А.А., Лавренко Н.С. Измерения в радиоэлектронике: Учебное пособие / Под ред. А.А. Данилина. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 408 с. Изучить материал с 212 по 227 стр. (Глава 9 Измерение параметров модулированных радиосигналов) Проработать контрольные вопросы с 1 по 5 (стр. 227) Изучить материал с 228 по 248 стр. (Глава 10 Измерение частоты и временных интервалов) Проработать контрольные вопросы с 1 по 19 (стр. 248-249) Изучить материал с 250 по 271 стр. (Глава 11 Измерение фазового сдвига) Проработать контрольные вопросы с 1 по 12 (стр. 272) Изучить материал с 331 по 354 стр. (Глава 14 Измерение частотных характеристик радиоустройств) Проработать контрольные вопросы с 1 по 20 (стр. 354-355) Изучить материал с 356 по 367 стр. (Глава 15 Компьютерные измерительные устройства) Проработать контрольные	1	21

	вопросы с 1 по 8 (стр. 367) Изучить материал с 368 по 392 стр. (Глава 16 Измерительные системы) Проработать контрольные вопросы с 1 по 22 (стр. 393-394)		
Самостоятельная работа студента по темам вынесенным преподавателем	Шишмарёв В.Ю., Шанин В.И. Электрорадиоизмерения. - 3-е изд. - М.: Юрайт, 2018. - 336 с. Изучить материал с 201 по 227 стр. (Глава 13. Анализ формы и параметров сигнала) Проработать контрольные вопросы с 1 по 7 (стр. 228) Изучить материал с 228 по 245 стр. (Глава 14. Измерение фазы сигналов) Проработать контрольные вопросы с 1 по 5 (стр. 245) Изучить материал с 288 по 305 стр. (Глава 17. Измерение амплитудно-частотных характеристик) Проработать контрольные вопросы с 1 по 7 (стр. 305) Изучить материал с 306 по 322 стр. (Глава 18. Измерения в цепях с распределенными параметрами) Проработать контрольные вопросы с 1 по 9 (стр. 322) Изучить материал с 323 по 331 стр. (Глава 19. Автоматизация электрорадиоизмерений) Проработать контрольные вопросы с 1 по 7 (стр. 331)	1	14,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Задание № 1	1	1	За полное выполнение задания	зачет
2	1	Текущий контроль	Задание № 2	1	1	За полное выполнение задания	зачет
3	1	Текущий контроль	Задание № 3	1	1	За полное выполнение задания	зачет
4	1	Текущий контроль	Задание № 4	1	1	За полное выполнение задания	зачет
5	1	Промежуточная аттестация	Зачет	-	1	Контрольные вопросы, собеседование и результаты работ текущей аттестации	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Собеседование и письменный ответ (отчеты)	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
УК-3	Знает: основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей); методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; методы экспериментального исследования и диагностики радиоэлектронных средств различных частотных диапазонов; методы экспериментального исследования радиоэлектронных средств с использованием современных радиоизмерительных комплексов; физические принципы функционирования радиоэлектронных средств различного назначения	+				+
УК-3	Умеет: выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при измерениях требования стандартизации и метрологического обеспечения; использовать основные диагностические методы в радиоэлектронной аппаратуре; вести диалог при обсуждении научных, производственных, социально-общественных аспектов, связанных с современными методами измерений, радиоизмерительными и диагностическими комплексами	+				+
УК-3	Имеет практический опыт: владения методами анализа и расчета устройств различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров радиоэлектронных средств; методами расчета параметров диагностических схем радиоэлектронной аппаратуры; обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки радиоизмерительных и диагностических комплексов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; работы со стандартами и руководящими материалами	+				+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Гоноровский, И. С. Радиотехнические цепи и сигналы Текст учеб. пособие для вузов по направлению "Радиотехника". - 5-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2006. - 719 с. ил.
2. Вольман, В. И. Техническая электродинамика Учеб. для электротехн. ин-тов связи Под ред. Г. З. Айзенберга. - М.: Связь, 1971. - 487 с. ил.
3. Пименов, Ю. В. Техническая электродинамика Учеб. пособие для вузов связи по специальностям 200900 - Сети связи и системы коммутации и

др. Ю. В. Пименов, В. И. Вольман, А. Д. Муравцов. - М.: Радио и связь, 2000. - 536 с. ил.

4. Метрология и радиоизмерения Учеб. для вузов по направлению "Радиотехника" В. И. Нефедов, А. С. Сигов, В. К. Битюков, В. И. Хахин; Под ред. В. И. Нефедова. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 2006. - 525 с.

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Журнал «Компоненты и технологии»
2. Журнал «Электронные компоненты»
3. Журнал «Современная электроника»
4. Журнал «Электроника НТБ»

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам
2. Отчет о практической работе (шаблон)
3. Р 50-77-88 ЕСКД. Правила выполнения диаграмм
4. Типовая инструкция по технике безопасности при эксплуатации электроустановок. 1 группа
5. ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе
6. ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин
7. Протокол измерений (шаблон)

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам
2. Р 50-77-88 ЕСКД. Правила выполнения диаграмм
3. ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе
4. ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	R-REC-V.574-4-2005 Использование децибела и непера в электросвязи http://edu.susu.ru/
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/50680 — Загл. с экрана.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Аплеснин, С.С. Основы электродинамики. Теория, задачи и тесты. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.С. Аплеснин, Л.И. Чернышова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 576 с. — Режим доступа:

		Лань	http://e.lanbook.com/book/87725 — Загл. с экрана.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пиз, А. Р. Практическая электроника аналоговых устройств. Поиск неисправностей и отработка проектируемых схем / А. Р. Пиз. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 320 с. — ISBN 978-5-94074-004-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/839 (дата обращения: 02.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Браун, М. Электрические цепи и электротехнические устройства. Диагностика неисправностей : учебное пособие / М. Браун, Д. Раутани, Д. Пэтил. — Москва : , 2010. — 327 с. — ISBN 978-5-94120-224-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/40993 (дата обращения: 02.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голубятникова, Н. О. Метрология электрорадиоизмерений : учебное пособие / Н. О. Голубятникова, А. И. Чередов. — Омск : ОмГТУ, 2019. — 96 с. — ISBN 978-5-8149-2846-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149076 (дата обращения: 02.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лукашкин, В. Г. Эталоны и стандартные образцы в измерительной технике. Электрорадиоизмерения / В. Г. Лукашкин, М. Ф. Булатов. — Москва : Техносфера, 2018. — 402 с. — ISBN 978-5-94836-512-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140558 (дата обращения: 02.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Данилин, А. А. Измерения в радиоэлектронике : учебное пособие для вузов / А. А. Данилин, Н. С. Лавренко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-8068-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171427 (дата обращения: 02.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Партала, О. Н. Поиск неисправностей и ремонт бытовых электроприборов : справочник / О. Н. Партала. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2010. — 400 с. — ISBN 978-5-94387-805-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/35915 (дата обращения: 02.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Новиков, И. А. Методы и приборы диагностики технических систем : учебное пособие / И. А. Новиков, С. А. Мешков, О. Г. Агошков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 205 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121857 (дата

			обращения: 02.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бычков, Е. Д. Основы технической диагностики телекоммуникационных систем : учебное пособие / Е. Д. Бычков. — Омск : ОмГУПС, 2020. — 189 с. — ISBN 978-5-949-41260-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/165633 (дата обращения: 02.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
3. Microsoft-Office(бессрочно)
4. Microsoft-Visio(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
3. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)
4. -Техэксперт(31.12.2022)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	1015 (36)	1. Векторный анализатор Обзор TR1300/1, ИККПО Обзор-103 2. Частотомер ЧЗ-71, частотомер ЧЗ-54 3. Осциллограф-мультиметр Fluke 123, осциллограф С1-75 4. Источник питания GW Instek GPR-3060D 5. Измеритель добротности BM-560, измеритель RLC Motech MT4080A 6. Микроскоп стереоскопический МБС-10 7. Мультиметр APPA 109N 8. Генератор импульсов г5-54, генератор сигналов Г4-107, генератор сигналов свч Agilent N9310A RF Signal Generator, генератор ГЗ-118 9. Измерительная линия р1-17
Лекции	1008 (36)	Компьютерный зал, проектор