

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.03.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 65,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Программирование (код) Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кудряшов Т.В.
	Идентификатор	R7e3cbdd0-KudriashovTV-a06da3e

(подпись)


Т.В. Кудряшов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18


(подпись)

П.С. Остапенков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сафин А.Р.
	Идентификатор	Rdaf18b6c-SafinAR-8ed43814

(подпись)

А.Р. Сафин

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: получение знаний о современных методах радиоизмерений, о возможностях современной контрольно-измерительной техники и о создании измерительных комплексов применительно к задачам разработки, производства и эксплуатации радиотехнических средств

Задачи дисциплины

- освоение современных методов и средств измерения характеристик цепей и сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радиотехнических средств;
- изучение принципов действия, технических и метрологических характеристик современных средств измерений;
- приобретение навыков работы с отдельными приборами и измерительными комплексами.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	ИД-1 _{ПК-3} Знает методы физического моделирования процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов и проведения экспериментальных исследований	знать: - принципы, методы измерений радиотехнических величин и структурные схемы радиоизмерительных приборов. уметь: - самостоятельно разбираться в технических возможностях контрольно-измерительной техники.
ПК-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	ИД-2 _{ПК-3} Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных	знать: - основные характеристики и принципы действия виртуальных приборов. уметь: - применять современные методы и средства измерения параметров и характеристик цепей и сигналов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные параметры радиотехнических цепей и сигналов
- знать основные принципы радиоизмерений
- знать правила записи результатов измерений
- уметь рассчитывать погрешности измерений
- уметь проводить анализ радиотехнических цепей и сигналов
- уметь проводить экспериментальные исследования с помощью радиоизмерительных приборов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Генерация измерительных сигналов	16	8	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Генерация измерительных сигналов"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Генерация измерительных сигналов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Генерация измерительных сигналов"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 297–368</p>
1.1	Генерация измерительных сигналов	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
2	Спектральный анализ	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
2.1	Спектральный анализ	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Спектральный анализ"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Спектральный анализ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Спектральный анализ и подготовка к контрольной работе</p>	

													<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Спектральный анализ"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 438–453 [9], стр. 78–79</p>
3	Анализ электрических цепей	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ электрических цепей"</p>
3.1	Анализ электрических цепей	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Анализ электрических цепей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Анализ электрических цепей"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 525–533 [5], стр. 250–261</p>
4	Осциллографические измерения	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Осциллографические измерения"</p>
4.1	Осциллографические измерения	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Осциллографические измерения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Осциллографические измерения"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 284–301</p>
5	Измерение мощности	6	2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<p><u>Самостоятельное изучение</u></p>

5.1	Измерение мощности	6		2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Измерение мощности" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 232-246 [8], стр. 312-329
6	Радиочастотные измерения	6		2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиочастотные измерения" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [8], стр. 194-221
6.1	Радиочастотные измерения	6		2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Измерение радиопомех (системы тестирования)" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], стр. 387-422
7	Измерение радиопомех (системы тестирования)	6		2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Измерение радиопомех (системы тестирования)" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], стр. 387-422
7.1	Измерение радиопомех	6		2	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Виртуальные приборы" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Виртуальные приборы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Виртуальные приборы и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Виртуальные приборы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
8	Виртуальные приборы (компьютерные измерительные устройства)	18		4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Виртуальные приборы"
8.1	Компьютерные измерительные устройства	18		4	-	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Виртуальные приборы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Виртуальные приборы и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Виртуальные приборы" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>

													<u>источников:</u> [2], стр. 51–88
9	Интерфейсы информационно-измерительных систем	7.7	2	-	1	-	-	-	-	-	4.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Интерфейсы информационно-измерительных систем"
9.1	Протоколы обмена данными в измерительных комплексах	7.7	2	-	1	-	-	-	-	-	4.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр. 305–312 [7], стр. 38–62
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	65.7	-	
	Итого за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	65.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Генерация измерительных сигналов

1.1. Генерация измерительных сигналов

Аналоговые генераторы синусоидальных сигналов. Основы цифрового синтеза частоты и формы сигналов. Векторные генераторы сигналов. USB-генераторы сигналов. Применение генераторов сигналов.

2. Спектральный анализ

2.1. Спектральный анализ

Основные характеристики анализаторов спектра. Области применения и типы измерений. Гетеродинные анализаторы спектра.

3. Анализ электрических цепей

3.1. Анализ электрических цепей

Основные характеристики анализаторов цепей. Области применения и типы измерений. Векторные анализаторы цепей. Структурные схемы и модели ВАЦ. Калибровка ВАЦ и коррекция результатов измерений. Систематическая погрешность.

4. Осциллографические измерения

4.1. Осциллографические измерения

Основные типы электронных осциллографов (ЭО). Принцип действия и устройство аналогового осциллографа. Принцип действия и устройство цифрового запоминающего осциллографа. Параметры и выбор ЭО. Аксессуары осциллографов и их применение. Современные ЭО.

5. Измерение мощности

5.1. Измерение мощности

Общие сведения. Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот. Измерение мощности в диапазоне СВЧ. Современные измерители мощности.

6. Радиочастотные измерения

6.1. Радиочастотные измерения

Средства измерений напряженности электромагнитного поля. Измерители напряженности электромагнитных полей. Измерители напряженности слабых электромагнитных полей. Измерители напряженности сильных электромагнитных полей. Измерительные приемники. Измерительные антенны.

7. Измерение радиопомех (системы тестирования)

7.1. Измерение радиопомех

Измерение напряжения радиопомех. Измерение напряженности поля радиопомех. Методика измерения напряжения радиопомех. Методика измерения напряженности поля радиопомех. Измерение мощности радиопомех.

8. Виртуальные приборы (компьютерные измерительные устройства)

8.1. Компьютерные измерительные устройства

Преимущества КИУ. Реализация КИУ. USB-приборы. КИУ на основе измерительных плат. Стандарт PXI. Программное обеспечение КИУ. Виртуальные приборы.

9. Интерфейсы информационно-измерительных систем

9.1. Протоколы обмена данными в измерительных комплексах

Введение в автоматизацию измерений. Классификация ИИС. Измерительный интерфейс. Классификация интерфейсов. Стандартные интерфейсы измерительных систем (КОП, КАМАК, VXI и другие).

3.3. Темы практических занятий

1. Пересчет единиц измерения амплитудных значений;
2. Принципы работы с генератором сигналов произвольной формы;
3. Принципы работы с анализатором спектра;
4. Принципы работы с анализатором электрических цепей;
5. Принципы работы с осциллографом;
6. Выбор средств измерения под конкретную измерительную задачу;
7. Разработка приложений на основе программного обеспечения LabVIEW.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)									Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Знать:												
принципы, методы измерений радиотехнических величин и структурные схемы радиоизмерительных приборов	ИД-1 _{ПК-3}	+	+	+								Контрольная работа/Пересчет единиц измерения
основные характеристики и принципы действия виртуальных приборов	ИД-2 _{ПК-3}								+	+		Программирование (код)/Виртуальные приборы
Уметь:												
самостоятельно разбираться в технических возможностях контрольно-измерительной техники	ИД-1 _{ПК-3}					+	+	+	+	+		Контрольная работа/Моделирование измерительного устройства
применять современные методы и средства измерения параметров и характеристик цепей и сигналов	ИД-2 _{ПК-3}	+	+	+	+							Тестирование/Параметры и функции контрольно-измерительных приборов

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Пересчет единиц измерения (Контрольная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Виртуальные приборы (Программирование (код))
2. Моделирование измерительного устройства (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Параметры и функции контрольно-измерительных приборов (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ». В приложение к диплому выносятся оценка за 8 семестр

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов . – М. : ДМК Пресс, 2011 . – 688 с. - ISBN 978-5-94074-626-3 .;
2. Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И.- "LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2009 - (400 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1091;
3. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / Б. В. Дворяшин . – М. : Академия, 2005 . – 304 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-2058-2 .;
4. Дьяконов, В. П. Генерация и генераторы сигналов / В. П. Дьяконов . – М. : ДМК Пресс, 2009 . – 384 с. - ISBN 978-5-940744-93-1 .;
5. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебник для вузов по специальности "Информационная безопасность телекоммуникационных систем" / А. С. Сигов, и др. ; Ред. В. И. Нефедов . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2005 . – 536 с. - ISBN 5-06-005248-6 .;
6. Уилльямс, Т. ЭМС для разработчиков продукции : пер. с англ. / Т. Уилльямс . – М. : Технология, 2003 . – 540 с. - ISBN 5-948330-03-6 .;

7. Эрглис, К. Э. Интерфейсы открытых систем : Учебный курс / К. Э. Эрглис . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2000 . – 256 с. - ISBN 5-935170-19-1 .;
8. Хамадулин, Э. Ф. Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах : учебное пособие для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям, по направлению 210400 "Телекоммуникации" / Э. Ф. Хамадулин, Нац. исслед. ун-т МИЭТ . – М. : Юрайт, 2014 . – 365 с. - ISBN 978-5-9916-4276-7 .;
9. Кудряшов, Т. В. Измерения с помощью приборов компании ROLHE & SCHWARZ. Лабораторные работы №1-5 : методическое пособие по курсам "Метрология и радиоизмерения", "Современные методы радиоизмерений" по направлению "Радиотехника" / Т. В. Кудряшов ; ред. А. И. Каретко ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 80 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5699.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники	стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический, стенд учебный
Помещения для	НТБ-303,	стол компьютерный, стул, стол

самостоятельной работы	Компьютерный читальный зал	письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-817а, Кабинет сотрудников каф. "ОРТ"	стол, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Современные методы радиоизмерений**

(название дисциплины)

8 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Пересчет единиц измерения (Контрольная работа)

КМ-2 Параметры и функции контрольно-измерительных приборов (Тестирование)

КМ-3 Виртуальные приборы (Программирование (код))

КМ-4 Моделирование измерительного устройства (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Генерация измерительных сигналов					
1.1	Генерация измерительных сигналов		+	+		
2	Спектральный анализ					
2.1	Спектральный анализ		+	+		
3	Анализ электрических цепей					
3.1	Анализ электрических цепей		+	+		
4	Осциллографические измерения					
4.1	Осциллографические измерения			+		
5	Измерение мощности					
5.1	Измерение мощности					+
6	Радиочастотные измерения					
6.1	Радиочастотные измерения					+
7	Измерение радиопомех (системы тестирования)					
7.1	Измерение радиопомех					+
8	Виртуальные приборы (компьютерные измерительные устройства)					

8.1	Компьютерные измерительные устройства			+	+
9	Интерфейсы информационно-измерительных систем				
9.1	Протоколы обмена данными в измерительных комплексах			+	+
Вес КМ, %:		30	20	20	30