

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Калининградский государственный технический университет»
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота
ФГБОУ ВО «КГТУ»
БГАРФ

УТВЕРЖДАЮ

И. о. декана радиотехнического факультета
/Баженов В.А./

27 июня 2018 г.

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

(приложение к рабочей программе дисциплины)

«РАДИОИЗМЕРЕНИЯ»

(наименование дисциплины)

базовой части образовательной программы

специалитета

по специальности

25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»

(код и наименование специальности)

специализаций

«Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита»

(наименование специализации)

«Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота»

(наименование специализации)

Факультет **радиотехнический (РТФ)**

(наименование)

Кафедра **теоретических основ радиотехники (ТОР)**

(наименование)

Калининград 2018

1 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций, представленных в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Компетенции и этапы их формирования

Компетенции выпускника ОП ВО и этапы их формирования в результате изучения дисциплины	Знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций
1	2
<p>Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7) Этапы формирования компетенции ОК-7.1:Способность к самоорганизации</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • порядок проведения аудиторных занятий, основные формы проведения аудиторных занятий; • форму отчетности по всем видам аудиторных занятий; • форму отчетности по выполнению заданий на самостоятельную работу; <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планировать внеаудиторную работу путем составления планов с указанием сроков и объемов решаемых задач; • осуществлять подбор литературы при выполнении заданий на самостоятельную работу; • определять последовательность изучения отдельных разделов дисциплины для установления междисциплинарных связей; <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками конспектирования материала; • навыками составления и представления рефератов и научно-исследовательских работ; • навыками оформления отчетов, расчетно-графических работ.

Компетенции выпускника ОП ВО и этапы их формирования в результате изучения дисциплины	Знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций
1	2
<p>Готовность к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования (ПК-2) Этапы формирования компетенции: ПК-2.1: Готовность к проведению испытаний установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования.</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критерии работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования; • методику проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования; • методы измерения основных параметров транспортного радиоэлектронного оборудования с использованием соответствующих средств измерений. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • грамотно выбирать критерии работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования; • разработать методику проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования в соответствии с требованиями получения достоверных результатов за минимальное время и с минимальными затратами; • проводить необходимые испытания и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования с минимальными затратами времени и средств.

Компетенции выпускника ОП ВО и этапы их формирования в результате изучения дисциплины	Знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций
1	2
	<p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками грамотного выбора минимально необходимого количества средств измерений, необходимого качества для проведения измерений; • навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования с минимальными затратами времени и средств; • навыками грамотной обработки результатов проведения измерений и испытаний установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования и представления результатов в установленной форме.
<p>Способность к организации и осуществлению метрологического обеспечения основных средств измерений в процессе эксплуатации транспортных средств (ПК-19)</p> <p>Этапы формирования компетенции:</p> <p>ПК-19.1: Способность к организации метрологического обеспечения основных средств измерений в процессе эксплуатации транспортных средств.</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • что такое метрологическое обеспечение основных средств измерений; • как должно осуществляться метрологическое обеспечение средств измерений; • какие документы необходимо составлять при проведении метрологического обеспечения средств измерений; <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составить перечень основных средств измерений в процессе эксплуатации конкретных транспортных средств; • организовать метрологическое обеспечение основных средств измерений в процессе эксплуатации конкретных транспортных средств; • осуществить метрологическое обеспечение основных средств измерений в процессе эксплуатации конкретных транспортных средств;

Компетенции выпускника ОП ВО и этапы их формирования в результате изучения дисциплины	Знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций
1	2
	<p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками составления перечня основных средств измерений в процессе эксплуатации конкретных транспортных средств; • навыками организации метрологического обеспечения основных средств измерений в процессе эксплуатации конкретных транспортных средств; • навыками осуществления метрологического обеспечения основных средств измерений в процессе эксплуатации конкретных транспортных средств.

В ходе изучения этой учебной дисциплины обучаемые должны:

Знать:

- основные методы и средства измерения характеристик и параметров радиотехнических цепей и сигналов (в т. ч. модулированных);

Уметь:

- выполнять измерения основных параметров и характеристик радиотехнических цепей и сигналов с помощью различных радиоизмерительных приборов;
- учитывать влияние на погрешности измерений параметров измерительных приборов на высоких частотах и при воздействии помех;
- учитывать влияние на результаты и погрешности измерений температуры окружающей среды и других факторов.

Владеть:

- навыками выбирать радиоизмерительные приборы и правильно использовать их при проведении различных испытаний радиоэлектронного оборудования.

В таблице 1.2 приведено соответствие разделов изучаемой дисциплины реализуемому этапу формирования компетенции.

Таблица 1.2 – Соответствие разделов дисциплины «Радиоизмерения» реализуемому этапу формирования компетенции для всех форм обучения и всех специализаций

Этап формирования	Код формируемой компетенции		
	ОК-7	ПК-2	ПК-19
Раздел 1. Введение		+	
Раздел 2. Измерение параметров сигналов	+	+	+
Раздел 3. Измерение параметров цепей на ВЧ и СВЧ	+	+	+
Раздел 4. Автоматизация радиоизмерений			+
Раздел 5. Заключение			+

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО НЕЙ

Контроль поэтапного формирования результатов освоения дисциплины осуществляется в рамках текущего контроля и итоговой аттестации в ходе выполнения заданий на лабораторных занятиях, выполнении индивидуальных заданий курсантами очной формы обучения или контрольной работы студентами заочной формы обучения, выполнении заданий на самостоятельную работу (СР), а также при сдаче зачета с оценкой в 4 семестре (в 3 сессию 2 курса для студентов заочной формы обучения).

2.1 Перечень тем лабораторных работ

Очная форма обучения

- «Измерение частоты и временных интервалов электронно-счетным частотомером» (ОК-7, ПК-2, ПК-19);
- «Измерение h -параметров маломощных транзисторов» (ОК-7, ПК-2, ПК-19);
- «Измерение спектров радиосигналов и параметров амплитудной модуляции» (ОК-7, ПК-2, ПК-19);
- «Измерение нелинейных искажений» (ОК-7, ПК-2, ПК-19);
- «Сличение частоты образцового кварцевого генератора (ОКГ) с эталонной частотой» (ОК-7, ПК-2, ПК-19);
- «Измерение спектра ЧМ-радиосигнала» (ОК-7, ПК-2, ПК-19);
- «Измерение напряженности электромагнитного поля» (ОК-7, ПК-2, ПК-19).

Заочная форма обучения

- «Измерение частоты и временных интервалов электронно-счетным частотомером» (ОК-7, ПК-2, ПК-19);
- «Измерение нелинейных искажений» (ОК-7, ПК-2, ПК-19).

Формирование результатов освоения дисциплины (РОД) в рамках лабораторных занятий осуществляется при выполнении лабораторных заданий с использованием специализированной контрольно-измерительной аппаратуры. Контроль освоения осуществляется с помощью контрольных вопросов и заданий из приведенного перечня.

2.2 Перечень тем индивидуальных заданий для курсантов очной формы обучений и заданий в рамках контрольной работы для студентов заочной формы обучения

- «Обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями»;
- «Расширение пределов измерения тока и напряжения аналоговыми измерительными приборами»;
- «Измерение переменных напряжений различной формы электронными вольтметрами различных типов»;
- «Методы измерения параметров радиосигналов и цепей, схемы измерительных приборов, их погрешности».

Индивидуальные задания и задания в рамках контрольной работы содержат 30 вариантов заданий для каждого курсанта/студента. Содержание заданий и исходные данные к каждому варианту содержатся в методических указаниях:

- Радиоизмерения: метод. указания / сост.: И.А. Ермоленко. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2015. – 19 с.

Формирование РОД при выполнении индивидуальных заданий курсантом очной формы обучения или контрольной работы студентом заочной формы обучения осуществляется при работе обучающегося с рекомендованной основной и дополнительной литературой, а также интернет-ресурсами. Контроль освоения осуществляется при проверке качества пояснительной записки по выполненным заданиям.

2.3 Перечень тем самостоятельных работ

Очная и заочная формы обучения

1. «Измерение электрического тока и напряжения на низких и высоких частотах» (ПК-2, ПК-19);
2. «Наблюдение формы радиосигналов электронными осциллографами (ЭО)» (ПК-2, ПК-19);
3. «Измерительные генераторы (ИГ)» (ПК-2, ПК-19);
4. «Измерение частоты и периода колебаний высоких и низких частот» (ПК-2, ПК-19);
5. «Сличение образцовых генераторов с эталоном частоты» (ПК-2, ПК-19);
6. «Измерение разности фаз и временных интервалов» (ПК-2, ПК-19);
7. «Измерение спектров сигналов» (ПК-2, ПК-19);

8. «Измерение нелинейных искажений (НИ) и параметров модулированных радиосигналов» (ПК-2, ПК-19);
9. «Измерение мощности на ВЧ и СВЧ» (ПК-2, ПК-19);
10. «Измерение напряженности поля» (ПК-2, ПК-19);
11. «Измерение характеристик случайных процессов» (ПК-2, ПК-19);
12. «Измерение полных сопротивлений» (ПК-2, ПК-19);
13. «Измерение параметров полупроводниковых (п/п) приборов» (ПК-2, ПК-19);
14. «Измерение параметров четырёхполюсников» (ПК-2, ПК-19);
15. «Исторические аспекты автоматизации» (**только для заочной формы обучения**) (ПК-2, ПК-19);
16. «Автоматизация цифровых измерительных приборов (ЦИП)» (ПК-2, ПК-19);
17. «Создание измерительно-вычислительных систем» (ПК-2, ПК-19).

Формирование РОД при выполнении заданий на СР осуществляется при работе обучающегося с рекомендованной основной и дополнительной литературой, а также интернет-ресурсами. Контроль освоения осуществляется при проверке качества конспекта, а также умения применить изученный материал при решении практических задач.

2.4 Итоговая аттестация

Допуск к итоговой аттестации осуществляется после сдачи всех текущих контролей, включающих защиту лабораторных работ, а также конспектов тем, вынесенных на самостоятельное изучение, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Итоговая аттестация проводится в виде зачета с оценкой в 4 семестре (в 3 сессию 2 курса для студентов заочной формы обучения). Билеты для проведения зачета содержат два четко сформулированных теоретических вопроса. Билеты обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры.

Формирование РОД осуществляется при самостоятельной подготовке обучающихся к итоговой аттестации по вопросам, разработанным кафедрой, рассмотренным и утвержденным на заседании кафедры. Вопросы для ознакомления обучающимся выдаются заранее, но не позднее, чем за 1 месяц до начала проведения зачета с оценкой.

Накануне зачета обучающиеся знакомятся с порядком его проведения, получают необходимые консультации.

Контроль освоения компетенций (ОК-7, ПК-2, ПК-19) осуществляется по качеству ответа на вопросы билета, умению применить полученные знания при решении практических задач.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Типовые контрольные задания и вопросы

3.1.1 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 1 «Измерение частоты и временных интервалов электронно-счетным частотомером»

Лабораторное задание

1. Проверить наличие заземления (зануления) приборов, после этого включить питание и, после прогрева (не менее 0,5 часа), подготовить приборы в соответствии с их ТО и ИЭ.
2. Снять градуировочную зависимость $F_p = [f_{\text{эсч}} - f_{\text{иг}}] = \varphi(f_{\text{иг}})$ для всего диапазона изменения частоты генератора ГЗ-112 (90-95 точек), выбирая способ изменения, имеющий минимальную относительную погрешность для каждой частоты. Определить соответствует ли реальная погрешность градуировки ИГ его техническим данным.
3. Установить на генераторе частоту в диапазоне 100 – 500 Гц (по указанию преподавателя) после одночасового (не менее) прогрева прибора. Используя ЭСЧ в режиме измерения периода при $n_y=1$ (n_y – число, определяющее количество измеренных и усредненных периодов), снять не менее 30 показаний ЭСЧ. Пересчитать эти измерения в частоту и вычислить нестабильность частоты генератора по формулам (1.4) и (1.5). Сравнить её с техническими данными ИГ.
4. Определить с помощью ЭСЧ сдвиг фазы между колебаниями с выходов двухфазного ИГ (Г6-15 или др.) на одной частоте и погрешность измерения этого сдвига фазы. Сравнить результаты с результатом осциллографических измерений сдвига фазы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается электронно-счетный метод измерения частоты, периода и временных интервалов?
2. Каковы упрощенные схемы ЭСЧ в режиме измерения частоты, периода и временных интервалов?
3. Как определить погрешность ЭСЧ в различных режимах и как выбрать оптимальный режим и условия для достижения минимальных погрешностей?
4. Как устроен и работает ИГ? Каковы причины нестабильности частоты его выходного сигнала, какова её величина?

5. Как (по какой формуле) определяется среднеквадратическое значение относительной величины хаотической КНЧ по результатам множества измерений частоты (периода) колебаний?
6. Как определить сдвиг фазы двух гармонических колебаний с помощью ЭСЧ?

3.1.2 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 2 «Измерение h -параметров маломощных транзисторов»

Лабораторное задание

1. Убедившись в наличии и исправности заземления, включить приборы в сеть и подготовить к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации.
2. Выполнить измерения всех h -параметров одного биполярного транзистора в двух схемах включения в одном фиксированном режиме (при заданных значениях тока $I_э$ и напряжения $U_к$ по указанию преподавателя). Измерить также обратные токи переходов. Результаты измерений и их погрешности занести в таблицы.
3. Снять зависимость параметров от режима двух различных транзисторов [$h_{11}(I_э)$, $h_{21}(I_э)$, $h_{22}(U_к)$, $h_{12}(U_к)$] в диапазонах изменения тока $I_э$ от 0,1 до 15 мА (при $U_к = 3...5$ В) и напряжения $U_к$ от 1 до 15 В (при $I_к = 3...5$ мА) в двух схемах включения (ОЭ и ОБ). Результаты измерений и их погрешности занести в таблицы. Построить графики зависимостей параметров от режима. Сравнить зависимость $h_{11}(I_э)$ с теоретической.
4. Для проверки полученных результатов рассчитать по измеренным в п. 2 параметрам для одной схемы включения транзистора параметры для другой схемы его включения (по указанию преподавателя). Сравнить величины рассчитанных параметров с измеренными (для этой и другой схемы включения) с учётом погрешностей измерений и расчётов.

Контрольные вопросы

1. Какие методы используются для измерения h -параметров транзисторов на переменном токе?
2. Как устроен измеритель параметров транзисторов типа Л2-22, каков принцип его работы, назначение органов его управления, правила калибровки?
3. Почему в приборе Л2-22 измеряются не сами параметры h_{21} , а величины $(1 - |h_{21б}|)$ и $(1 + h_{21э})$?

4. Как связаны между собой **h**-параметры для разных схем включения транзистора (ОЭ и ОБ), каковы формулы пересчёта одних в другие?
5. Как зависят **h**-параметры от режима транзистора по постоянному току?

3.1.3 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 3 «Измерение спектров радиосигналов и параметров амплитудной модуляции»

Лабораторное задание

1. Убедившись в наличии и исправности заземления («зануления») всех приборов, включить в сеть анализатор спектра (АС), измерительные генераторы (ИГ) высоких и низких частот (Г4-102, Г3-112), а также измеритель модуляции (ИМ СКЗ-46). После необходимого прогрева (20...30 минут) подготовить приборы к работе в соответствии с их техническими описаниями.
На АС, не подключая к его входу выход ИГ, установить максимальную полосу обзора, максимальную чувствительность и найти начальный отклик (который соответствует «нулевой» частоте исследуемого сигнала). Проверить, какое влияние оказывают на спектрограмму различные регулировки АС. Для последующих измерений установить максимальными: полосу пропускания и полосу обзора; минимальными: постоянную времени детектора τ и затухание аттенуаторов (установить -40 дБ и -9 дБ); среднюю скорость развёртки; масштаб (по вертикали) – логарифмический; метки выключить, а начальный отклик сместить влево в начало шкалы (регулировкой «центральная частота»). После этого подать на вход АС с выхода ВЧ ИГ (« μV ») немодулированный сигнал с уровнем ≥ 100 мВ.
2. Снять спектрограммы сигнала с частотой f_1 в пределах (1÷10 МГц) (по указанию преподавателя). С помощью ступенчатых аттенуаторов (если это окажется возможным) или логарифмической шкалы на экране АС определить степень подавления (в дБ) второй, третьей и др. последующих гармоник относительно первой гармоники для входного сигнала АС с установленной частотой. Повторить измерение спектрограммы, снимая сигнал с другого выхода ИГ («1V»). Оценить погрешности и все результаты занести в таблицы. Зарисовать спектрограммы. По полученным результатам определить, удовлетворяет ли требованиям выходной сигнал ВЧ ИГ по нелинейным искажениям (уровню гармоник) и отметить это в выводах по отчёту.
3. Получить (на экране АС) спектрограмму амплитудно-модулированного (АМ) сигнала ВЧ ИГ при минимальной величине полосы пропускания и полосы обзора АС. Для этого перевести ВЧ ИГ в режим внешней гармонической модуляции (от НЧ ИГ). Установить частоту модуляции

F_m и её глубину по указанию преподавателя (при этом уровень сигнала на выходе НЧ ИГ должен быть не более 3 В). Несущую частоту АМ-сигнала установить по указанию преподавателя. Определить соотношение между уровнями несущей и боковых составляющих (при этом лучше использовать линейный масштаб на экране АС), погрешность этого отношения и рассчитать затем реальный коэффициент глубины АМ. Сопоставить величины реального, определённого на АС, m_a и установленного в ИГ (m_r) коэффициентов модуляции и объяснить возможные расхождения в выводах по работе в отчёте. Одновременно измерить величину m_a с помощью ИМ и ЭО, определить погрешности измерения. При измерении $m_{им}$ с помощью ИМ определить форму модулирующего колебания (с выхода НЧ ИГ) и продетектированного НЧ-колебания (с выхода ИМ) с помощью электронного осциллографа ЭО. Зарисовать осциллограммы и сравнить их.

Выполнить п. 4.3 для трёх значений m_r (по указанию преподавателя).

4. Повторить измерения по п.4.3 для одного из значений m_r для прямоугольной формы модулирующего колебания (с выхода НЧ ИГ). Сравнить спектрограммы АМ-сигнала и осциллограммы НЧ-колебаний с полученными в п. 4.3 и объяснить различия (в отчёте о работе).

Контрольные вопросы

1. Что такое спектр радиосигнала? Какие существуют разновидности спектра и способы реализации спектрального анализа?
2. Как устроен панорамный гетеродинный АС? Как он работает?
3. Каково назначение всех ручек и органов управления на лицевой панели АС типа С4-45 (С4-25)?
4. Какие требования предъявляются к допустимому уровню нелинейных искажений выходных сигналов ИГ? Как оценить величину коэффициента нелинейных искажений по относительному уровню гармоник сигнала?
5. Как определить соотношение между уровнями отдельных спектральных компонент на экране АС (по спектрограмме непосредственно и с помощью отсчётных аттенуаторов) и погрешность этих уровней?
6. Чем отличаются спектры АМ-сигналов при модуляции гармоническим и импульсным колебаниями?
7. Какая связь между относительным уровнем спектральных компонент и коэффициентом глубины модуляции АМ-радиосигнала?
8. С какой минимальной частотой модуляции может быть радиосигнал для надёжного разделения отдельных компонент спектра на экране используемого АС?

3.1.4 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 4 «Измерение нелинейных искажений»

Лабораторное задание

1. Убедившись в наличии и исправности заземления (зануления) всех используемых приборов, включить их в сеть и после необходимого прогрева подготовить к работе в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
2. Измерить коэффициент нелинейных искажений K_n на двух – трёх частотах в пределах полосы пропускания исследуемого усилителя (по указанию преподавателя) при различных величинах уровня входного сигнала $U_{вх}$ от минимального до максимально допустимого ($U_{вых}$ для усилителя). Снять зависимости $K_n(U_{вх})$ и осциллограммы сигналов на выходе усилителя и на выходе измерителя нелинейных искажений ИНИ при малых и заметных нелинейных искажениях. Результаты измерений и их погрешности занести в таблицы. Построить графики зависимостей $K_n(U_{вх})$ для каждой из трёх частот и сопоставить их с теоретической (в отчёте).
3. Измерить величину K_n на различных частотах в пределах полосы пропускания усилителя при таком уровне входного сигнала (по указанию преподавателя), при котором на средней частоте по результатам (п. 2) K_n составлял заметную величину (3...6 %). Снять зависимость $K_n(f)$. Построить график зависимости $K_n(f)$ и объяснить эту зависимость (в отчёте).

Контрольные вопросы

1. В чём проявляются нелинейные искажения сигналов и каковы источники их появления в усилителях?
2. Какие имеются способы определения нелинейных искажений? Что такое коэффициент гармоник?
3. Каково устройство и принцип действия ИНИ, что он фактически измеряет?
4. Какими должны быть зависимости $K_n(U_{вх})$ и $K_n(f)$, исходя из определения K_n , теоретических основ работы усилителей и их характеристик (амплитудной, амплитудно-частотной и шумовых)?

3.1.5 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 5 «Сличение частоты образцового кварцевого генератора (ОКГ) с эталонной частотой»

Лабораторное задание

1. Проверить наличие заземления приборов (ПК-66 и др. с ОКГ) и включить питание, дать прогреться (не менее 0,5 часа) и подготовить приборы к работе в соответствии с их ТО и ИЭ. Соединить приборы в соответствии со схемой соединений (п.3).
2. Получить на экране ЭЛТ блока индикатора ПК-66 круговую развертку (сигналом с частотой 200 кГц) и яркостные метки на ней от колебаний сличаемого ОКГ с частотой 100 кГц (она предпочтительнее других).
3. Наблюдая движение яркостной метки по окружности провести не менее 10 измерений разностной частоты Δf (по формуле (1) или (2)), измеряя время прохождения меткой полного оборота по окружности (или нескольких оборотов при быстром движении метки, или части окружности n/m делений шкалы) при медленном движении метки) с помощью секундомера (он имеется в приборе ПК-66).
4. После обработки результатов измерений, выполненных в п.4.3, рассчитать среднее значение относительной величины отклонения частоты сличаемого ОКГ от номинального значения $\delta f_{\text{ср}}$ (по формуле (3)) и среднеквадратическое значение статистического разброса этой величины $\delta \delta f$, а также определить погрешности измерений по формуле (4) и рассчитать погрешность $\delta f_{\text{ср}}$.
5. Провести измерения периода принимаемого приемником ПК-66 сигнала эталонной частоты 66,(6) кГц с помощью ЭСЧ (типа ЧЗ-34 или др.) с наибольшей возможной точностью. Если при этих измерениях будет наблюдаться разброс результатов, превышающий погрешность измерения, тогда нужно провести ряд измерений (не менее 10) и выполнить статистическую обработку результатов измерений, рассчитав среднее значение измеренного периода (и частоты) и среднеквадратическое значение относительной величины статистического разброса этого среднего значения, а также рассчитать погрешность измерения.

Контрольные вопросы

1. Какие известны методы сличения частоты колебаний ОКГ с эталонными частотами (от стандартов частоты), какие существуют для этого специальные приборы?

2. Какие известны методы сличения частоты колебаний ОКГ с эталонными частотами сигналов, передаваемых радиостанциями (от ГЭВЧ), какие существуют для этого специальные приборы?
3. В чем заключается метод сличения частот с использованием электронного (осциллографического) фазометра с круговой разверткой и модуляцией яркости луча, каковы его достоинства и недостатки?
4. Как устроен и работает прибор ПК-66, как его нужно использовать для сличения частоты ОКГ?
5. Какие ОКГ (из каких приборов) можно использовать в данной лабораторной работе для сличения его частоты с помощью прибора ПК-66?

3.1.6 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 6 «Измерение спектра ЧМ-радиосигнала»

Лабораторное задание

1. Проверить наличие заземления («зануления») корпусных клемм всех приборов лабораторной установки, после чего по указанию преподавателя (учебного мастера) включить питание приборов, прогреть их (не менее 15 мин.) и подготовить к работе в соответствии с их ТО и ИЭ. Соединить приборы в соответствии со схемой соединений.
2. Установить на генераторе ВЧ Г4-151 режим немодулированных колебаний с определенной частотой (заданной преподавателем) и уровнем напряжения на выходе (не менее 0,1В), подключенном к входу анализатора спектра (АС) С4-45.
3. Установить на АС режим измерения спектра немодулированных колебаний с одновременным наблюдением 1-й гармоники и нескольких (4-5) высших гармоник с заданной несущей частотой (см. п.2). Для этого следует установить на АС широкую полосу обзора, достаточную для одновременного наблюдения всех вышеупомянутых гармоник и логарифмический масштаб (по оси амплитуд Y) так, чтобы амплитуда 1-й гармоники находилась на уровне 0 дБ. Зарисовать спектрограмму немодулированного ВЧ-колебания так, чтобы на ней была видна отметка «нулевой» частоты, и все наблюдаемые гармоники (их отклики на экране АС).
4. Определить по спектрограмме, наблюдаемой на АС, частоту 1-й гармоники (и др. гармоник) с помощью частотных меток. Определить на АС (с максимально возможной точностью) относительные уровни 2-й, 3-й и др. гармоник исследуемых колебаний относительно уровня 1-й гармоники. Для этого необходимо использовать отсчетные аттенюаторы АС (и линейный масштаб по оси амплитуд Y).

5. Установить на генераторе ВЧ режим ЧМ выходных колебаний внешним модулирующим НЧ-колебанием (гармоническим) с частотой F в пределах от 6 до 20 кГц (заданной преподавателем) от генератора НЧ ГЗ-36. Уровень выходного напряжения ГЗ-36 (его выход должен быть соединен со входом «внеш. ЧМ» Г4-151) установить достаточным для получения ЧМ-сигнала (на выходе Г4-151) с девиацией частоты $\Delta f_d = 10 \dots 100$ кГц.
6. Получить на экране АС спектрограмму ЧМ-радиосигнала. Для этого следует использовать в АС узкую полосу пропускания (3 кГц) и обзора; ее нужно отрегулировать (одновременно с регулировкой «центральной частоты» ГКЧ АС) так, чтобы на экране АС наблюдались отклики несущей частоты и всех «боковых» спектральных составляющих ЧМ-радиосигнала. Изменяя индекс $M_{\text{ч}}$ (путем регулировки частоты F , и девиации частоты Δf_d) получить спектрограммы ЧМ-радиосигнала для различных значений $M_{\text{ч}}$ (≥ 1 и < 1) на экране АС и зарисовать их. Отметить значения индекса $M_{\text{ч}}$, при которых амплитуда несущей и боковых уменьшается до нуля (и сравнить полученные значения с теоретическими).
7. Одновременно с выполнением п.4.6. нужно измерить значения девиации Δf_d измерителем модуляции СКЗ-46. На экране осциллографа можно наблюдать форму модулирующего НЧ-колебания (с выхода ГЗ-36) и продетектированного ЧМ-радиосигнала (с выхода измерителя модуляции СКЗ-46). Нужно зарисовать формы этих колебаний и сравнить их.
8. Переключить генератор НЧ в режим генерации импульсных колебаний (типа «меандр») и получить на выходе Г4-151 сигнал с частотной модуляцией. Получить на экране АС спектрограмму частотно-модулированного сигнала, зарисовать ее и сравнить со спектрограммой ЧМ-сигнала, полученной в п. 6. На экране осциллографа получить и сравнить осциллограммы модулирующих НЧ импульсных колебаний (с выхода ГЗ-36) с формой продетектированного частотно-модулированного радиосигнала (с выхода СКЗ-46). Зарисовать их и объяснить различия (если они есть).

Контрольные вопросы

1. Объяснить принцип работы и устройство основных приборов: анализатора спектра С4-45, измерителя модуляции СКЗ-46, генератора ВЧ Г4-151, принципы получения ЧМ-радиосигналов и измерения их спектра и параметров модуляции.
2. Как описывается математически спектр ЧМ-радиосигнала при гармонической ЧМ?
3. Как связаны между собой параметры ЧМ: индекс и частота модуляции, девиация частоты?

4. При каких значениях индекса модуляции в спектре ЧМ-радиосигнала амплитуда несущей уменьшается до нуля?
5. Почему в данной работе используется только режим внешней ЧМ, а не внутренней (которая имеется в генераторе ВЧ)?

3.1.7 Лабораторное задание и перечень контрольных вопросов для защиты лабораторной работы № 7 «Измерение напряженности электромагнитного поля»

Лабораторное задание

1. Проверить наличия заземления в приборе В6-1 и включить питание. Дать ему прогреться и приготовить к проведению измерений в соответствии с ТО и ИЭ. Потом подключить к входу прибора штывевую антенну.
2. Установить в приборе В6-10 заданный (преподавателем) диапазон(ы) частот и полосу пропускания и провести измерения напряженности ЭМП на ряде частот в этом диапазоне (не менее 10-15). При этом необходимо измерять напряженность ЭМП от вещательных радиостанций, имеющих в этом диапазоне, а также уровень радиопомех на тех частотах, где радиостанций нет.
3. Результаты измерения и их погрешности (их также необходимо определить) занести в таблицу и построить график зависимости измеренной напряженности ЭМП от частоты. Объяснить (в выводах) полученные результаты и их зависимости (в т. ч. указать, какие именно радиостанции были обнаружены в заданном диапазоне частот).

Контрольные вопросы

1. Какие известны принципы измерения величины ЭМП?
2. В чем заключается метод измерения напряженности ЭМП с использованием вольтметра (приемника)?
3. Как определяется действующая длина антенны по ее геометрическим размерам?
4. Как устроен и работает микровольтметр селективный В6-1?
5. Каковы особенности измерения напряженности ЭМП от радиостанций и от радиопомех?

3.1.8 Индивидуальное задание №1 «Обработка результатов прямых измерений с многократными наблюдениями»

Для определения величины некоторого параметра радиосигнала было произведено множество независимых равноточных измерений. Выборки значений и результатов этих измерений представлены в таблице 3.1 для различных вариантов заданий по шифру (номеру зачетной книжки курсанта).

Необходимо произвести обработку этих выборок результатов в такой последовательности:

1. Вычислить оценку наиболее достоверного (близкого к истинному) результирующего значения измеряемой величины.
2. Вычислить смещенную и несмещенную оценки среднеквадратического отклонения результатов отдельных измерений (внутри одной выборки).
3. Вычислить доверительные границы случайных отклонений (погрешностей) отдельных результатов измерений (внутри одной выборки) при заданной доверительной вероятности $P_{\text{дов}}$.
4. Выявить и исключить промахи (грубые ошибки) из ряда наблюдений внутри одной выборки (результаты которых не попадают в доверительный интервал).
5. После исключения промахов, если они имелись, повторить пп. 1, 2 и 3.
6. Вычислить оценку среднеквадратической погрешности (отклонения) наиболее достоверного результирующего значения измеряемой величины.
7. Вычислить оценку максимальной погрешности (отклонения) результирующего значения измеряемой величины при заданной доверительной вероятности $P_{\text{дов}}$.
8. Записать результат измерений в установленной форме.

Таблица 3.1 – Исходные данные к индивидуальному заданию №1

		Выборки результатов измерений для различных значений предпоследней цифры шифра и доверительной вероятности $P_{\text{дов}}$														
Последняя цифра шифра	0 при $P_{\text{дов}}=0,95$					1; 7 при $P_{\text{дов}}=0,95$					2; 6 при $P_{\text{дов}}=0,95$					
	5 при $P_{\text{дов}}=0,99$					3; 9 при $P_{\text{дов}}=0,99$					4; 8 при $P_{\text{дов}}=0,99$					
0	238	197	146	175	244	291	288	309	333	343	438	396	359	375	407	
	228	212	188	181	233	229	287	275	372	306	444	423	368	444	442	
	245	202	123	169	191	323	157	296	271	314	389	377	603	397	435	
	207	234	191	174	405	319	198	299	307	325	429	378	369	421	393	
1	488	521	534	478	493	631	609	588	601	569	709	722	711	746	688	
	511	508	498	443	466	587	406	611	669	558	697	644	469	735	721	
	557	513	529	468	479	594	604	582	594	655	772	677	659	678	693	
	475	579	698	499	476	688	602	597	592	588	691	685	681	708	722	
2	811	821	832	841	788	909	903	877	898	875	798	776	877	833	812	
	793	798	779	791	767	933	922	925	866	688	806	779	789	834	916	
	825	832	544	767	786	871	961	949	936	877	901	723	799	775	768	
	844	824	812	828	822	885	883	879	929	974	792	811	841	813	788	

Окончание таблицы 3.1

Выборки результатов измерений для различных значений предпоследней цифры шифра и доверительной вероятности $P_{\text{дов}}$															
Последняя цифра шифра	0 при $P_{\text{дов}}=0,95$					1; 7 при $P_{\text{дов}}=0,95$					2; 6 при $P_{\text{дов}}=0,95$				
	5 при $P_{\text{дов}}=0,99$					3; 9 при $P_{\text{дов}}=0,99$					4; 8 при $P_{\text{дов}}=0,99$				
3	609	634	621	601	509	588	592	597	602	631	579	698	499	476	488
	588	597	594	587	622	609	588	601	569	587	521	534	478	493	511
	619	376	615	598	616	409	611	669	558	594	508	498	443	466	557
	633	625	631	612	641	604	582	594	655	688	513	529	468	479	475
4	438	396	359	375	407	275	287	229	343	333	412	428	441	606	375
	444	423	368	429	435	309	288	291	372	306	346	397	438	388	381
	397	605	377	389	422	323	157	296	271	314	433	445	402	332	369
	444	378	369	421	393	319	298	199	307	325	391	394	406	434	374
5	509	534	521	501	409	709	722	711	745	688	824	812	828	822	844
	488	497	494	487	522	696	644	469	691	593	786	767	543	832	825
	519	509	276	398	533	678	659	685	581	708	767	791	811	821	832
	525	533	512	519	541	722	677	772	721	735	841	788	793	798	779
6	974	909	903	877	875	888	911	941	913	898	725	733	712	719	741
	933	922	925	898	866	876	977	933	912	906	709	734	721	701	609
	688	871	961	949	936	879	889	932	616	998	668	697	694	687	722
	877	883	879	929	919	823	899	875	868	892	719	720	476	598	733
7	625	633	612	619	641	574	607	634	592	588	307	199	297	325	373
	609	634	621	601	509	581	633	645	602	531	305	323	156	296	271
	588	597	594	587	622	569	590	612	628	644	314	319	275	287	229
	619	620	376	498	633	806	575	546	597	638	343	309	333	288	291
8	429	396	438	359	375	325	333	312	319	341	529	496	538	459	475
	407	444	423	368	378	309	323	321	301	209	507	544	523	468	478
	369	421	393	435	397	288	297	294	287	322	469	521	493	535	497
	605	377	389	422	441	319	320	176	198	330	105	477	489	522	544
9	375	387	329	443	433	312	313	311	314	311	243	239	239	237	240
	409	388	391	472	406	310	312	313	310	300	244	242	236	242	243
	423	157	396	371	414	307	209	312	308	309	289	260	237	238	242
	419	398	299	407	425	311	312	287	299	313	244	237	236	242	239

3.1.9 Индивидуальное задание №2 «Расширение пределов измерения тока и напряжения аналоговыми электроизмерительными приборами»

Расширение пределов измерения электрических токов и напряжений электроизмерительными приборами производится путём подключения к ним дополнительных элементов: шунтов $R_{\text{ш}}$ и добавочных резисторов $R_{\text{д}}$ соответственно, или их комбинаций. При этом увеличиваются не только сами пределы измерения тока и напряжения, но и основная погрешность измерения, которая определяется не только классом точности прибора, но и допустимым отклонением величин сопротивлений дополнительных элементов, при этом также изменяются величины внутреннего сопротивления на разных пределах измерения тока $R_{\text{А}}$ и напряжения $R_{\text{В}}$.

В данном задании необходимо составить и привести схемы принципиальные электрические двухпределных амперметра и вольтметра на основе одного аналогового электроизмерительного прибора с линейной шкалой (например, магнитоэлектрического), и рассчитать для заданных

пределов измерений токов и напряжений ($I_{пр}$ и $U_{пр}$) величины параметров, перечисленных ниже.

1.1. Сопротивления дополнительных элементов ($R_{ш}$ и $R_{д}$) и мощности, рассеиваемые на них.

1.2. Цену деления шкалы для каждого предела измерения.

1.3. Суммарную относительную приведённую погрешность измерения для каждого предела измерения по заданному классу точности прибора и допустимым относительным значениям отклонений сопротивлений дополнительных элементов $\delta_{ш}$ и $\delta_{д}$ от рассчитанных номинальных значений $R_{ш}$ и $R_{д}$.

1.4. Внутреннее сопротивление измерителя для каждого предела измерения токов R_A и напряжений R_B .

Для различных вариантов задания (определяемым по двум последним цифрам шифра) в таблице 3.2 приведены параметры используемых электроизмерительных приборов (пределный ток $I_{пр}$ или напряжение $U_{пр}$, внутреннее сопротивление $R_{п}$, число делений шкалы $N_{д}$ и класс точности γ_T) и другие параметры, величины которых заданы: пределы измерений токов ($I_{пр1}$ и $I_{пр2}$) и напряжений ($U_{пр1}$ и $U_{пр2}$), относительные значения допустимых отклонений сопротивлений шунтов $\delta_{ш}$ и добавочных резисторов $\delta_{д}$ от рассчитанных номинальных значений $R_{ш}$ и $R_{д}$.

Таблица 3.2 – Исходные данные к индивидуальному заданию №2

Последняя цифра шифра	Параметры используемого электроизмерительного прибора					Численные значения заданных параметров измерителя I и U для различных значений предпоследней цифры шифра								
						0			нечётные 1,3,5,7,9			чётные 2, 4, 6, 8		
	$I_{пр}$, мкА	$U_{пр}$, мВ	$R_{п}$, Ом	$N_{д}$, дел	γ_T %	$\frac{I_{пр1}}{I_{пр2}}$ А/А	$\frac{U_{пр1}}{U_{пр2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_{д}}$ %/%	$\frac{I_{пр1}}{I_{пр2}}$ А/А	$\frac{U_{пр1}}{U_{пр2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_{д}}$ %/%	$\frac{I_{пр1}}{I_{пр2}}$ А/А	$\frac{U_{пр1}}{U_{пр2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_{д}}$ %/%
0	30	-	300	30	0.5	0.3	3.0	1.0	0.6	1.5	0.5	0.9	4.5	2
						3.0	6.0	2.0	1.5	7.5	1.0	4.5	12	2
1	50	-	200	50	1.0	0.5	5.0	1.0	1.0	2.0	0.5	2.0	2.5	1.0
						1.5	15	2.0	5.0	5.0	1.0	10	7.5	0.5
2	100	-	100	50	1.5	0.3	3.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.5	1.0
						3.0	6.0	2.0	5.0	5.0	0.5	10	7.5	1.0
3	200	-	50	20	2.0	0.4	2.0	1.0	0.6	4.0	2.0	2.0	20	1.0
						1.0	8.0	2.0	1.2	10	2.0	8.0	60	2.0
4	500	-	10	50	2.5	1.0	5.0	2.0	2.5	7.5	1.0	0.5	25	2.0
						5.0	10	2.0	7.5	15	2.0	1.5	50	1.0

Последняя цифра шифра	Параметры используемого электроизмерительного прибора					Численные значения заданных параметров измерителя I и U для различных значений предпоследней цифры шифра								
						0			нечётные 1,3,5,7,9			чётные 2, 4, 6, 8		
	$I_{пр}$, мкА	$U_{пр}$, мВ	$R_{п}$, Ом	$N_{д}$, дел	γ_T , %	$\frac{I_{пр1}}{I_{пр2}}$ А/А	$\frac{U_{пр1}}{U_{пр2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_{д}}$ %/%	$\frac{I_{пр1}}{I_{пр2}}$ А/А	$\frac{U_{пр1}}{U_{пр2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_{д}}$ %/%	$\frac{I_{пр1}}{I_{пр2}}$ А/А	$\frac{U_{пр1}}{U_{пр2}}$ В/В	$\frac{\delta_{ш}}{\delta_{д}}$ %/%
5	-	10	500	20	2.0	0.2	2.0	2.0	0.4	4.0	1.0	0.6	0.6	1.0
						1.0	10	2.0	1.2	12	2.0	2.0	16	1.0
6	-	20	200	20	1.5	0.2	2.0	1.0	0.4	0.4	2.0	0.6	6.0	2.0
						0.8	8.0	1.0	1.0	10	1.0	1.8	20	2.0
7	-	50	250	25	1.0	0.25	2.5	2.0	0.5	5	1.0	0.75	1.0	2.0
						0.75	7.5	1.0	1.5	15	2.0	2.5	2.5	2.0
8	-	100	100	50	0.5	1.0	10	2.0	1.5	5.0	1.0	0.5	2.5	2.0
						5.0	50	2.0	7.5	25	2.0	2.5	10	1.0
9	-	150	300	30	2.0	0.3	3.0	1.0	0.6	6.0	2.0	0.9	9.0	1.0
						1.2	12	1.0	1.5	15	2.0	3.0	3.0	2.0

3.1.10 Индивидуальное задание №3 «Измерение переменных напряжений различной формы электронными вольтметрами различных типов»

Измерение переменных напряжения производится электронными вольтметрами с различными типами детекторов:

- среднеквадратических значений (СКЗ);
- средневыврявленных значений (СВЗ) с двухполупериодным выпрямителем, проградуированным в среднеквадратических (действующих) значениях напряжений синусоидальной формы;
- пиковых значений, однополярным, проградуированным в среднеквадратических (действующих) значениях напряжения синусоидальной формы.

Каждым из этих вольтметров измеряются поочередно переменные напряжения с нулевым средним значением (без постоянной составляющей) и различной формой: гармонические (синусоидальной формы), треугольные, пилообразные и импульсные в виде прямоугольных импульсов различной скважности (D). Эти переменные напряжения характеризуются следующими параметрами: среднеквадратическими (действующими) $U_{ск}$, амплитудными U_m значениями и максимальным размахом (от пика до пика) $U_{макс}$. Один из этих параметров задан (его величины приведены в таблице 3.3 для различных

вариантов задания наряду со значениями скважности D), а остальные нужно определить (вычислить).

Необходимо также определить показания различных вольтметров (СКЗ, СВЗ и ПЗ) с учетом их градуировки при измерении напряжений всех вышеуказанных форм и привести временные диаграммы этих напряжений с указанием измеряемых параметров.

Примечание: при выполнении данного задания следует считать детекторы вольтметров идеализированными и использовать коэффициенты амплитуды K_a и формы K_f для переменных напряжения различной формы (эти коэффициенты необходимо найти (определить) и привести их значения в работе); необходимо также учитывать возможную несимметричность импульсных напряжений (см. Приложение).

Таблица 3.3 – Исходные данные к индивидуальному заданию №3

Предпоследние цифры шифра	Скважность импульсов, D	Заданные параметры измеряемых напряжений	Величины заданных параметров напряжений для различных значений последней цифры шифра									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2	$U_m, В$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Нечётные 1,3,5,7,9	3	$U_{ск}, В$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чётные 2,4,6,8	4	$U_{макс}, В$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

3.1.11 Индивидуальное задание №4 «Методы измерения параметров радиосигналов и цепей, схемы измерительных приборов, их погрешности»

В настоящем (заключительном) задании необходимо изучить по рекомендованной литературе и кратко описать методы измерения заданных физических величин (параметров радиосигналов и цепей в соответствии с выбранным вариантом задания из таблицы 3.4) с помощью различных измерительных приборов, привести схемы измерений и структурные схемы построения специализированных приборов для этой цели (с пояснение принципа действия), рассмотреть источники различных погрешностей измерения (методических, инструментальных, округления, дискретизации и др.) и привести их величины и пределы измерений для конкретных типов промышленных измерительных приборов (по справочной литературе), и, в заключении показать возможность автоматизации измерения этих величин (в том числе панорамными приборами и с помощью средств вычислительной техники и микропроцессоров) и привести структурные схемы автоматизированных приборов.

Таблица 3.4 – Исходные данные к индивидуальному заданию №4

Последняя цифра шифра	Содержание задания для конкретных объектов по последней цифре шифра		
	0	Нечётные: 1,3,5,7,9	Чётные: 2,4,6,8
0	Резисторы	Конденсаторы	Катушки индуктивности
1	п/п диоды	Транзисторы	Комплексные сопротивления на высоких частотах
2	Электрические токи (постоянные и переменные)	Электрические напряжения (постоянные и переменные)	Электрическая мощности (поглощаемая и проходящая) на низких частотах
3	Электрическая мощность (поглощаемая и проходящая) на высоких частотах, до СВЧ	Напряженность поля (электромагнитного) на низких и высоких частотах	Разность фаз двух электрических напряжений (на низких и высоких частотах)
4	Измерительные генераторы шумовых сигналов	Измерительные генераторы гармонических колебаний низких и инфранизких частот	Измерительные генераторы гармонических радиосигналов на высоких частот с амплитудной модуляцией
5	Измерительные генераторы высокостабильных радиосигналов (синтезаторы частоты)	Измерительные генераторы импульсных колебаний	Параметры импульсных сигналов (амплитуда, длительность и др.)
6	Образцовые генераторы и стандарты частоты	Частота электрических колебаний	Период электрических колебаний
7	Сличение частоты образцовых генераторов по стандартам частоты	Спектры электрических колебаний (негармонических)	Параметры амплитудной модуляции радиосигналов
8	Параметры угловой модуляции радиосигналов (частотной и фазовой)	Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) четырехполюсников	Нелинейные искажения гармонических колебаний
9	Интервалы времени	Мостовые измерения параметров R, L, C	Электронные осциллографы (в том числе скоростные, стробоскопические, запоминающие)

3.1.12 Содержание тем самостоятельных работ курсантов очной формы и студентов заочной и заочной ускоренной форм обучения

Очная форма обучения

1. Тема СРС «**Измерение электрического тока и напряжения на низких и высоких частотах**» включает следующие учебные вопросы:
 - ВЧ вольтметры с пиковыми детекторами на входах.
 - Селективные (избирательные) вольтметры.
 - Цифровые вольтметры постоянного напряжения с разными АЦП (в т.ч. интегрирующие).
 - Универсальные вольтметры (тестеры).
2. Тема СРС «**Наблюдение формы радиосигналов электронными осциллографами (ЭО)**» включает следующие учебные вопросы:
 - Скоростные электронные осциллографы с отклоняющими системами бегущей волны ВЧ и СВЧ диапазонов.
 - Стробоскопические осциллографы.
 - Запоминающие осциллографы на специальных ЗЭЛТ, их особенности.
 - Цифровые электронные осциллографы.
3. Тема СРС «**Измерительные генераторы (ИГ)**» включает следующие учебные вопросы:
 - Классификация ИГ. Генераторы колебаний сложной формы.
 - Генераторы гармонических колебаний высоких частот (LC) с модуляцией (ЧМ).
 - Генераторы с диапазонно-кварцевой стабилизацией частоты (синтезаторы частот).
 - Измерительные генераторы импульсных колебаний.
 - Измерительные генераторы шумовых (случайных) сигналов. Физические источники шума.
 - Выходные цепи измерительных генераторов (аттенюаторы).
4. Тема СРС «**Измерение частоты и периода колебаний высоких и низких частот**» включает следующие учебные вопросы:
 - Классификация частотомеров. Аналоговые измерители частоты (конденсаторные, резонансные и др.), оценка их погрешностей.
 - Расширение возможностей цифровых частотомеров в области СВЧ с помощью понижающих преобразователей частоты.
5. Тема СРС «**Сличение образцовых генераторов с эталоном частоты**» включает следующие учебные вопросы:
 - Компараторы частот.

6. Тема СРС «**Измерение разности фаз и временных интервалов**» включает следующие учебные вопросы:
- Измерение разности фаз компенсационным методом с помощью регулируемых фазовращателей.
 - Измерение разности фаз с преобразованием её в интервал времени.
 - Высокочастотные фазометры с преобразованием частоты.
 - Измерение интервалов времени цифровыми приборами. Способы уменьшения погрешностей (нониусный метод).
7. Тема СРС «**Измерение спектров сигналов**» включает следующие учебные вопросы:
- Понятие спектра для различных сигналов (непериодических и периодических). Амплитудный и фазовый спектры, спектр мощности, связь спектра с временными параметрами сигнала.
 - Классификация анализаторов спектра (АС).
 - Бесфильтровые анализаторы спектра (на дисперсионных линиях задержки, с рециркуляторами с прямым преобразованием Фурье, с коррелометром), их особенности.
 - Цифровые анализаторы спектра (устройство, принципы (и алгоритмы) работы, расширенные возможности применения).
8. Тема СРС «**Измерение нелинейных искажений (НИ) и параметров модулированных радиосигналов**» включает следующие учебные вопросы:
- Классификация приборов для измерения НИ и параметров модуляции.
 - Измерение параметров амплитудной модуляции (АМ) радиосигналов. Устройство и работа измерителя АМ с амплитудными детекторами.
 - Измерение параметров частотной модуляции (ЧМ) радиосигналов. Устройство и работа измерителя девиации ЧМ с частотным детектором.
 - Измерение нелинейных искажений, параметров АМ и ЧМ с помощью анализатора спектра.
9. Тема СРС «**Измерение мощности на ВЧ и СВЧ**» включает следующие учебные вопросы:
- Определение понятий мощности. Мгновенная и средняя мощность, импульсная мощность. Поглощаемая и проходящая мощность в линиях передачи СВЧ, влияние согласования (с нагрузкой).
 - Термоэлектрические измерители мощности (с термоэлектрическими преобразователями) на СВЧ.
 - Термисторные (боллометрические) измерители мощности.
 - Другие измерители мощности (калориметрические, пондеромоторные, на датчиках Холла).

10. Тема СРС «**Измерение напряженности поля**» включает следующие учебные вопросы:
- Параметры электромагнитного поля, связь между ними. Классификация измерителей.
 - Индикаторы поля со штыревыми, дипольными и рупорными антеннами (в диапазоне УКВ и СВЧ).
 - Измерительные радиоприёмники и измерители радиопомех.
11. Тема СРС «**Измерение характеристик случайных процессов**» включает следующие учебные вопросы:
- Случайные процессы в радиотехнике, их характеристики. Стационарность и эргодичность случайных процессов.
 - Измерение функций распределения случайных процессов.
 - Измерения корреляционных функций и спектров мощности.
12. Тема СРС «**Измерение полных сопротивлений**» включает следующие учебные вопросы:
- Использование длинных линий для измерения полных сопротивлений на ВЧ и СВЧ. Измерительные линии.
 - Простые измерители полных сопротивлений (рефлектометры) на ВЧ и СВЧ.
 - Измерители КСВ и ослаблений на ВЧ и СВЧ панорамные.
13. Тема СРС «**Измерение параметров полупроводниковых (п/п) приборов**» включает следующие учебные вопросы:
- Измерители параметров биполярных транзисторов на НЧ и ВЧ. Измерители параметров полевых транзисторов на НЧ и ВЧ.
 - Измерители параметров интегральных микросхем (ИС).
14. Тема СРС «**Измерение параметров четырёхполюсников**» включает следующие учебные вопросы:
- Измерения S – параметров четырёхполюсников на СВЧ.
 - Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения на ВЧ и СВЧ.
15. Тема СРС «**Автоматизация цифровых измерительных приборов (ЦИП)**» включает следующие учебные вопросы:
- Автоматизация ЦИП на основе микропроцессоров и микро-ЭВМ.
16. Тема СРС «**Создание измерительно-вычислительных систем**» включает следующие учебные вопросы:
- Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) и системы (ИВС) на основе ЭВМ, объединённых с ЦИП, принципы построения интерфейсов для создания ИВК и ИВС, их разновидности.
 - Интерфейс (стандартизованный) для измерительных систем (приборный интерфейс МЭК – канал общего пользования (КОП)): особенности построения и функционирования.

- «Виртуальные» измерительные приборы на базе персональных компьютеров (ПК) – последние достижения автоматизации радиоизмерений.

Заочная форма обучения

1. Тема СРС «**Измерение электрического тока и напряжения на низких и высоких частотах**» включает следующие учебные вопросы:
 - ВЧ вольтметры с пиковыми детекторами на входах.
 - Селективные (избирательные) вольтметры.
 - Цифровые вольтметры постоянного напряжения с разными АЦП (в т.ч. интегрирующие).
 - Универсальные вольтметры (тестеры). ВЧ вольтметры с пиковыми детекторами на входах.
 - Селективные (избирательные) вольтметры.
 - Цифровые вольтметры постоянного напряжения с разными АЦП (в т.ч. интегрирующие).
 - Универсальные вольтметры (тестеры).
2. Тема СРС «**Наблюдение формы радиосигналов электронными осциллографами (ЭО)**» включает следующие учебные вопросы:
 - Скоростные электронные осциллографы с отклоняющими системами бегущей волны ВЧ и СВЧ диапазонов.
 - Стробоскопические осциллографы.
 - Запоминающие осциллографы на специальных ЗЭЛТ, их особенности.
 - Цифровые электронные осциллографы.
3. Тема СРС «**Измерительные генераторы (ИГ)**» включает следующие учебные вопросы:
 - Классификация ИГ. Генераторы колебаний сложной формы.
 - Генераторы гармонических колебаний высоких частот (LC) с модуляцией (ЧМ).
 - Генераторы с диапазонно-кварцевой стабилизацией частоты (синтезаторы частот).
 - Измерительные генераторы импульсных колебаний.
 - Выходные цепи измерительных генераторов (аттенюаторы).
4. Тема СРС «**Измерение частоты и периода колебаний высоких и низких частот**» включает следующие учебные вопросы:
 - Классификация частотомеров. Аналоговые измерители частоты (конденсаторные, резонансные и др.).
 - Расширение возможностей цифровых частотомеров в области СВЧ с помощью понижающих преобразователей частоты.
5. Тема СРС «**Сличение образцовых генераторов с эталоном частоты**» включает следующие учебные вопросы:
 - Компараторы частот.

6. Тема СРС «**Измерение разности фаз и временных интервалов**» включает следующие учебные вопросы:
- Измерение разности фаз компенсационным методом с помощью регулируемых фазовращателей.
 - Измерение разности фаз с преобразованием её в интервал времени.
 - Высокочастотные фазометры с преобразованием частоты.
 - Измерение интервалов времени цифровыми приборами. Способы уменьшения погрешностей (нониусный метод).
7. Тема СРС «**Измерение спектров сигналов**» включает следующие учебные вопросы:
- Понятие спектра для различных сигналов (непериодических и периодических). Амплитудный и фазовый спектры, спектр мощности, связь спектра с временными параметрами сигнала.
 - Классификация анализаторов спектра (АС).
 - Бесфильтровые анализаторы спектра (на дисперсионных линиях задержки, с рециркуляторами с прямым преобразованием Фурье, с коррелометром), их особенности.
 - Цифровые анализаторы спектра (устройство, принципы (и алгоритмы) работы, расширенные возможности применения).
8. Тема СРС «**Измерение нелинейных искажений (НИ) и параметров модулированных радиосигналов**» включает следующие учебные вопросы:
- Классификация приборов для измерения НИ и параметров модуляции.
 - Измерение параметров амплитудной модуляции (АМ) радиосигналов. Устройство и работа измерителя АМ с амплитудными детекторами.
 - Измерение параметров частотной модуляции (ЧМ) радиосигналов. Устройство и работа измерителя девиации ЧМ с частотным детектором.
 - Измерение нелинейных искажений, параметров АМ и ЧМ с помощью анализатора спектра.
9. Тема СРС «**Измерение мощности на ВЧ и СВЧ**» включает следующие учебные вопросы:
- Определение понятий мощности. Мгновенная и средняя мощность, импульсная мощность. Поглощаемая и проходящая мощность в линиях передачи СВЧ, влияние согласования (с нагрузкой).
 - Термоэлектрические измерители мощности (с термоэлектрическими преобразователями) на СВЧ.
 - Термисторные (болومترические) измерители мощности.
 - Другие измерители мощности (калориметрические, пондеромоторные, на датчиках Холла).

10. Тема СРС «**Измерение напряженности поля**» включает следующие учебные вопросы:
- Параметры электромагнитного поля, связь между ними. Классификация измерителей.
 - Индикаторы поля с рамочной антенной (в диапазоне ДВ, СВ и КВ).
 - Индикаторы поля со штыревыми, дипольными и рупорными антеннами (в диапазоне УКВ и СВЧ).
 - Измерительные радиоприёмники и измерители радиопомех.
11. Тема СРС «**Измерение характеристик случайных процессов**» включает следующие учебные вопросы:
- Случайные процессы в радиотехнике, их характеристики. Стационарность и эргодичность случайных процессов.
 - Измерение функций распределения случайных процессов.
 - Измерения корреляционных функций и спектров мощности.
12. Тема СРС «**Измерение полных сопротивлений**» включает следующие учебные вопросы:
- Использование длинных линий для измерения полных сопротивлений на ВЧ и СВЧ. Измерительные линии.
 - Простые измерители полных сопротивлений (рефлектометры) на ВЧ и СВЧ.
 - Измерители КСВ и ослаблений на ВЧ и СВЧ панорамные.
13. Тема СРС «**Измерение параметров полупроводниковых (п/п) приборов**» включает следующие учебные вопросы:
- Измерители параметров биполярных транзисторов на НЧ и ВЧ. Измерители параметров полевых транзисторов на НЧ и ВЧ.
 - Измерители параметров интегральных микросхем (ИС).
14. Тема СРС «**Измерение параметров четырёхполюсников**» включает следующие учебные вопросы:
- Измерители АЧХ четырёхполюсников (панорамные) на НЧ и ВЧ.
 - Измерения S – параметров четырёхполюсников на СВЧ.
 - Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения на ВЧ и СВЧ.
15. Тема СРС «**Исторические аспекты автоматизации**» включает следующие учебные вопросы:
- Цели и задачи автоматизации измерений.
 - Создание панорамных измерителей различных величин и характеристик.
 - Автоматизация цифровых измерений и приборов.
16. Тема СРС «**Автоматизация цифровых измерительных приборов (ЦИП)**» включает следующие учебные вопросы:
- Автоматизация ЦИП на основе микропроцессоров и микро-ЭВМ.

17. Тема СРС «Создание измерительно-вычислительных систем» включает следующие учебные вопросы:

- Измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) и системы (ИВС) на основе ЭВМ, объединённых с ЦИП, принципы построения интерфейсов для создания ИВК и ИВС, их разновидности.
- Интерфейс (стандартизованный) для измерительных систем (приборный интерфейс МЭК – канал общего пользования (КОП)): особенности построения и функционирования.
- «Виртуальные» измерительные приборы на базе персональных компьютеров (ПК) – последние достижения автоматизации радиоизмерений.

3.2 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Изучение дисциплины «Радиоизмерения» сопровождается рейтинговой системой контроля знаний обучающихся.

Рейтинговая система контроля и оценки знаний обучающихся – это комплекс учебных, организационных и методических мероприятий, направленных на обеспечение систематической творческой работы курсантов/студентов, повышение самостоятельности и состязательности учебы. Она обеспечивает реализацию принципов обратной связи в процессе учебы и включает в себя:

1. схему контрольных мероприятий;
2. критерии оценки знаний, умений и навыков.

Максимальное количество баллов (рейтинг), которое может получить курсант/студент, определяется количеством часов, отводимых на изучение данной дисциплины – 144 для курсантов очной и студентов заочной формы обучения.

Схема контрольных мероприятий для курсантов очной и студентов заочной формы обучения приведена в таблицах 3.5 – 3.6.

Таблица 3.5 – Схема контрольных мероприятий в 4 семестре для курсантов очной формы обучения

Этапы контрольных мероприятий	Вид контрольного мероприятия						
	ЛР	ИЗ	СР	Посещение занятий	Компонент своевременности	Зачет с оценкой	Итого
ТК-1*	8	–	–	2	1	–	11
ТК-2	8	–	–	2	1	–	11
ТК-3	8	–	–	2	1	–	11
ТК-4	8	–	–	2	1	–	11
ТК-5	8	–	–	2	1	–	11
ТК-6	8	–	–	2	1	–	11
ТК-7	8	–	–	2	1	–	11
ТК-8	–	8	–	–	1	–	9
ТК-9	–	8	–	–	1	–	9
ТК-10	–	8	–	–	1	–	9
ТК-11	–	8	–	–	1	–	9
ТК-12	–	–	10	–	1	–	11
ПА	–	–	–	–	–	20	20
Итого	56	32	10	14	12	20	144

*ТК – текущий контроль, включающий выполнение и защиту лабораторных работ (ТК1 – ТК7); выполнение и защиту индивидуальных заданий (ИЗ) (ТК8 – ТК11); проработку тем, вынесенных на самостоятельное изучение (СР) (ТК12); ПА – промежуточная аттестация по ОП, включающая сдачу зачета с оценкой по дисциплине в 4 семестре.

Таблица 3.6 – Схема контрольных мероприятий для студентов заочной формы обучения

Этапы контрольных мероприятий	Вид контрольного мероприятия						
	ЛР	к/р	СР	Посещение занятий	Компонент своевременности	Зачет с оценкой	Итого
ТК-1*	20	–	–	2	1	–	23
ТК-2	20	–	–	2	1	–	23
ТК-3	–	32	–	–	1	–	33
ТК-4	–	–	44	–	1	–	45
ПА	–	–	–	–	–	20	20
Итого	40	32	44	4	4	20	144

*ТК – текущий контроль, включающий выполнение и защиту лабораторных работ (ТК1 – ТК2); выполнение и защиту контрольной работы (к/р) (ТК3); проработку тем, вынесенных на самостоятельное изучение (СР) (ТК4); ПА – промежуточная аттестация по ОП, включающая сдачу зачета с оценкой по дисциплине в 3 сессию 2 курса обучения.

В таблицах 3.7 – 3.8 представлено соответствие рейтинговых баллов и оценки по 4-х балльной шкале, выставляемых за каждый этап контрольного мероприятия.

Таблица 3.7 – Соответствие рейтинговых баллов и оценки по 4-х балльной шкале в 4 семестре для курсантов очной формы обучения

Этапы контроля	Оценка			
	неудовлетв.	удовлетв.	хорошо	Отлично
ТК-1	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-2	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-3	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-4	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-5	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-6	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-7	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-8	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-9	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-10	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-11	0-2	3-4	5-6	7-8
ТК-12	0-4	5-6	7-8	9-10
Посещение занятий	0-8	9-10	11-12	13-14
Своевременность сдачи	0-7	8-9	10-11	12
ИТОГО до ПА	0-54	55-82	83-110	111-124
ПА	0-12	13-14	15-18	19-20
ИТОГО	0-66	67-96	97-128	129-144

Таблица 3.8 – Соответствие рейтинговых баллов и оценки по 4-х балльной шкале для студентов заочной формы обучения

Этапы контроля	Оценка			
	неудовлетв.	удовлетв.	хорошо	Отлично
ТК-1	0-12	13-14	15-18	19-20
ТК-2	0-12	13-14	15-18	19-20
ТК-3	0-18	19-22	23-28	29-32
ТК-4	0-26	27-30	31-39	40-44
Посещение занятий	0-1	2	3	4
Своевременность сдачи	0-1	2	3	4
ИТОГО до ПА	0-75	76-89	90-114	115-124
ПА	0-12	13-14	15-18	19-20
ИТОГО	0-87	88-103	104-132	133-144

Критерии выставления оценок за лабораторные работы

Оценка «**отлично**» выставляется, если курсант/студент показал глубокие знания и понимание программного материала по теме лабораторной работы, умело увязывает лекционный материал с практикой, грамотно и логично строит ответ на контрольные вопросы.

Оценка «**хорошо**» выставляется, если курсант/студент твердо знает программный материал по теме лабораторной работы, грамотно его излагает,

не допускает существенных неточностей в ответе на контрольные вопросы. Правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если курсант/студент имеет знания только основного материала по поставленным контрольным вопросам, но не усвоил его деталей, для принятия правильного решения требует наводящих вопросов, допускает отдельные неточности или недостаточно четко излагает учебный материал по теме лабораторной работы.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если курсант/студент допускает грубые ошибки в ответе на контрольные вопросы, не может применять полученные знания на практике.

Критерии выставления оценок за индивидуально задание или контрольную работу

Оценка **«отлично»** выставляется курсанту (студенту), если он выполнил индивидуальное задание (контрольную работу) согласно предъявляемым требованиям, в полном объеме, без ошибок, своевременно. При защите правильно отвечает на все поставленные вопросы.

Оценка **«хорошо»** выставляется курсанту (студенту), если он выполнил индивидуальное задание (контрольную работу) согласно предъявляемым требованиям, в полном объеме, с небольшими корректировками, своевременно. При защите правильно отвечает на большинство поставленных вопросов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется курсанту (студенту), если он выполнил индивидуальное задание (контрольную работу) согласно предъявляемым требованиям, в полном объеме, с ошибками, проявил недостаточную пунктуальность в сроках сдачи. При защите дает правильные ответы только на вопросы, связанные с понятийным аппаратом дисциплины.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется курсанту (студенту), если не выполнены требования критериев удовлетворительной оценки.

Критерии выставления оценок за зачет с оценкой

Оценка **«отлично»** выставляется, если курсант/студент показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно и отлично строит ответ, быстро принимает оптимальные решения при решении практических вопросов и задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если курсант/студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов и задач.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если курсант/студент имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если курсант/студент допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос, не может применить полученные знания на практике.

Итоговая оценка за зачет выводится по двум частным оценкам как среднее арифметическое с округлением в меньшую или большую сторону в зависимости от дробной части.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом/студентом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории **«отлично»**, то он может быть освобожден от сдачи зачета с выставлением ему оценки **«отлично»**.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом/студентом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории **«хорошо»**, то курсант может быть освобожден от сдачи зачета с выставлением ему оценки **«хорошо»**, либо он проходит ПА с целью повышения оценки до **«отлично»**.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом/студентом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории **«удовлетворительно»**, то он проходит ПА на общих основаниях.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом/студентом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории **«неудовлетворительно»**, то он проходит ПА на следующих основаниях:

1) при условии положительного результата прохождения ПА курсанту/студенту выставляется оценка **«удовлетворительно»**, если он дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет неудовлетворительную оценку (кроме контрольной работы);

2) при условии положительного результата прохождения ПА курсанту/студенту выставляется оценка **«хорошо»** или **«отлично»**, если он дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет оценку **«удовлетворительно»** или **«неудовлетворительно»** (кроме контрольной работы).

4 ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

4.1 Вопросы для проведения зачета с оценкой (4 семестр)

1. Термоэлектрические преобразователи и приборы (амперметры на ВЧ).
2. Электронные ВЧ вольтметры с пиковыми детекторами на входах.
3. Селективные (избирательные) вольтметры.
4. Скоростные электронные осциллографы с отклоняющими системами бегущей волны.
5. Стробоскопические осциллографы.
6. Запоминающие осциллографы на специальных ЗЭЛТ.
7. Цифровые электронные осциллографы.
8. Генераторы гармонических колебаний низких частот (RC) и генераторы колебаний сложной формы.
9. Генераторы гармонических колебаний высоких частот (LC) с модуляцией (АМ и ЧМ).
10. Генераторы с диапазонно-кварцевой стабилизацией частоты (синтезаторы частот).
11. Измерительные генераторы.
12. Измерительные генераторы шумовых (случайных сигналов). Физические источники шума.
13. Выходные цепи измерительных генераторов (аттенюаторы).
14. Аналоговые измерители частоты (конденсаторные, резонансные и др.), оценка их погрешностей.
15. Цифровые измерители частоты и периода колебаний, структурные схемы и особенности работы в обоих режимах, оценка погрешностей измерения.
16. Расширение возможностей цифровых частотомеров в области СВЧ с помощью понижающих преобразователей частоты.
17. Применение микропроцессоров в цифровых частотомерах.
18. Сличение образцовых генераторов с эталоном. Компараторы частот.
19. Измерение разности фаз гармонических колебаний электронным осциллографом, оценка погрешностей измерений.
20. Измерение разности фаз компенсационным методом с помощью регулируемых фазовращателей.
21. Измерение разности фаз с преобразованием её в интервал времени.
22. Высокочастотные фазометры с преобразованием частоты. Аналоговые и цифровые фазометры.
23. Измерение интервалов времени цифровыми приборами. Способы уменьшения погрешностей (нониусный метод).
24. Понятие спектра для различных сигналов (непериодических и периодических). Амплитудный и фазовый спектры, спектр мощности, связь спектра с временными параметрами сигнала.
25. Фильтровые методы спектрального анализа (параллельный и последовательный). Панорамный анализатор спектра (структурная схема

- и принцип работы, статическая и динамическая разрешающая способность по частоте).
- 26.Бесфильтровые анализаторы спектра (на дисперсионных линиях задержки, с прямым преобразованием Фурье, с коррелометром), их особенности.
 - 27.Цифровые анализаторы спектра (устройство, принципы (и алгоритмы) работы, расширенные возможности применения).
 - 28.Измерение нелинейных искажений. Устройство и работа ИНИ с режекторным фильтром, оценка погрешностей.
 - 29.Измерение параметров амплитудной модуляции (АМ) радиосигналов. Устройство и работа измерителя АМ с амплитудными детекторами.
 - 30.Измерение параметров частотной модуляции (ЧМ) радиосигналов. Устройство и работа измерителя девиации ЧМ с частотным детектором.
 - 31.Измерение нелинейных искажений, параметров АМ и ЧМ с помощью анализатора спектра.
 - 32.Определение понятий мощности. Мгновенная и средняя мощность, импульсная мощность. Поглощаемая и проходящая мощность в линиях передачи СВЧ, влияние согласования (с нагрузкой).
 - 33.Простые измерители поглощаемой мощности (на основе ВЧ-амперметров и пиковых вольтметров).
 - 34.Термоэлектрические измерители мощности (с термоэлектрическими преобразователями) на СВЧ.
 - 35.Термисторные (болومترические) измерители мощности.
 - 36.Параметры электромагнитного поля, связь между ними.
 - 37.Индикаторы поля с рамочной антенной (в диапазоне ДВ, СВ и КВ)
 - 38.Индикаторы поля со штыревыми, дипольными и рупорными антеннами (в диапазоне УКВ и СВЧ).
 - 39.Измерительные радиоприёмники и измерители радиопомех.
 - 40.Использование измерителей добротности для измерения полных сопротивлений на ВЧ.
 - 41.Использование длинных линий для измерения полных сопротивлений на ВЧ и СВЧ. Измерительные линии.
 - 42.Простые измерители полных сопротивлений (рефлектометры) на ВЧ и СВЧ.
 - 43.Измерители КСВ и ослаблений на ВЧ и СВЧ панорамные.
 - 44.Методы измерения параметров п/п диодов и транзисторов на НЧ и ВЧ при малых и больших сигналах.
 - 45.Измерители параметров биполярных транзисторов на НЧ и ВЧ.
 - 46.Измерители параметров полевых транзисторов на НЧ и ВЧ.
 - 47.Измерители АЧХ четырёхполосников (панорамные) на НЧ и ВЧ.
 - 48.Измерения S-параметров четырёхполосников на СВЧ.
 - 49.Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения на ВЧ и СВЧ.
 - 50.Измерение шумовых параметров четырёхполосников.

51. Цели и задачи автоматизации измерений.
52. Первые шаги автоматизации, создание панорамных измерителей различных величин и характеристик.
53. Автоматизация цифровых измерений и приборов, создание автоматизированных измерительных систем и комплексов.
54. Расширение функциональных возможностей ЦИП путём встраивания в них дополнительных узлов (вычислительных, сервисных).
55. Автоматизация ЦИП на основе микропроцессоров и микро ЭВМ.
56. Интерфейс (стандартизованный) для измерительных систем (приборный интерфейс СТЭК – канал общего пользования (КОП)): особенности построения и функционирования.
57. Принципы построения интерфейсов для создания ИВК и ИВС, их разновидности.
58. Виртуальные измерительные приборы на базе персональных компьютеров (ПК) – последние достижения автоматизации радиоизмерений.

Формат сведений о ФОС и его согласовании

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине представляет собой приложение к рабочей программе дисциплины

«Радиоизмерения»
(наименование дисциплины)

образовательной программы специалитета по направлению подготовки (по специальности) специалитета по специальности 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования и специализациям 25.05.03 «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота», 25.05.03 «Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита» и соответствует учебному плану, утвержденному 31 января 2018 г. и действующему для курсантов (студентов), принятых на первый курс, начиная с 2013 г.

Автор (ы) фонда: профессор кафедры ТОР Ермоленко Ермоленко И. А.
доцент кафедры ТОР Власова Власова К.В.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры теоретических основ радиотехники

(протокол № 10 от 20 июня 2018 г.)

И. о. заведующего кафедрой Коротей /Е.В. Коротей/

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании методической комиссии радиотехнического факультета

(протокол № 6 от 27 июня 2018 г.)

Председатель методической комиссии Жестовский /А. Г. Жестовский/

Согласовано
начальник отдела
мониторинга и контроля

Борисевич /Ю. В. Борисевич/