

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Метрология и радиоизмерения

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства
передачи, приема и обработки сигналов

Курс: 3, семестр : 5

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	5
10	Самостоятельная работа, час.	47
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

ФГОС введен в действие приказом №179 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 20.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТОР, протокол заседания кафедры №3 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Морозов Ю. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Спектор А. А.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталеv В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; в части следующих результатов обучения:	
32. знать основные методы выполнения инструментальных измерений в радиотехнике	
у1. уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	
Компетенция ФГОС: ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:	
33. знать основные направления автоматизации измерительной техники	
Компетенция ФГОС: ОПК.8 способность использовать нормативные документы в своей деятельности; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные требования международных и национальных стандартов к радиоэлектронным устройствам	
32. знать основные методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	
33. знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные средства измерения параметров радиотехнических цепей и сигналов	
32. знать основные методы обработки результатов измерений	
у1. уметь осуществлять выбор средств измерения для решения задач профессиональной деятельности	
у2. уметь обрабатывать результаты измерений	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Метрология и радиоизмерения</i>	
ОПК.8.31 знать основные требования международных и национальных стандартов к радиоэлектронным устройствам	
1.Знать основные требования законодательства в области стандартизации	Лекции; Самостоятельная работа
2.Знать основы международной стандартизации	Лекции; Самостоятельная работа
3.Знать классификацию документов по стандартизации	Лекции; Самостоятельная работа
4.Знать основные принципы стандартизации	Лекции; Самостоятельная работа
5.Знать основные методы стандартизации	Лекции; Самостоятельная работа
6.Знать систему предпочтительных чисел	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.31 знать основные средства измерения параметров радиотехнических цепей и сигналов	
7.Знать классификацию средств измерений	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.5.32 знать основные методы выполнения инструментальных измерений в радиотехнике	
8.Знать основные методы измерений	Лекции; Самостоятельная работа

ПК.2.31 знать основные средства измерения параметров радиотехнических цепей и сигналов	
9.Знать классификацию вольтметров	Лекции; Самостоятельная работа
10.Знать основные значения напряжения	Лекции; Самостоятельная работа
11.Знать структурные схемы электронных вольтметров	Лекции; Самостоятельная работа
12.Знать структурную схему универсального осциллографа	Лекции; Самостоятельная работа
13.Знать основные характеристики универсального аналогового осциллографа	Лекции; Самостоятельная работа
14.Знать структурную схему цифрового осциллографа	Лекции; Самостоятельная работа
15.Знать основные характеристики цифрового осциллографа	Лекции; Самостоятельная работа
16.Знать классификацию частотомеров	Лекции; Самостоятельная работа
17.Знать метод дискретного счета	Лекции; Самостоятельная работа
18.Знать структурную схему гетеродинного анализатора спектра	Лекции; Самостоятельная работа
19.Знать основные характеристики гетеродинного анализатора спектра	Лекции; Самостоятельная работа
20.Знать основные методы измерения параметров электрических цепей	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.7.33 знать основные направления автоматизации измерительной техники	
21.Знать основные направления автоматизации измерений	Лекции; Самостоятельная работа
22.Знать принципы построения информационно-измерительных систем	Лекции; Самостоятельная работа
23.Знать основы технологии виртуальных приборов	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.5.32 знать основные методы выполнения инструментальных измерений в радиотехнике	
24.Знать основные термины и определения метрологии	Лекции; Самостоятельная работа
25.Знать единицы и шкалы величин	Лекции; Самостоятельная работа
26.Знать Международную систему единиц СИ	Лекции; Самостоятельная работа
27.Знать классификацию измерений	Лекции; Самостоятельная работа
28.Знать назначение и классификацию эталонов	Лекции; Самостоятельная работа
29.Знать основные формы обеспечения единства измерений	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.32 знать основные методы обработки результатов измерений	
30.Знать классификацию погрешностей измерений	Лекции; Самостоятельная работа
31.Знать методы устранения систематической погрешности	Лекции; Самостоятельная работа
32.Знать математическое описание случайной погрешности	Лекции; Самостоятельная работа
33.Знать основные методы статистической обработки результатов измерений	Лекции; Самостоятельная работа

34. Знать метод вычисления погрешностей косвенных измерений	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.y1 уметь осуществлять выбор средств измерения для решения задач профессиональной деятельности	
35. Уметь выполнять измерения параметров электрических сигналов и оценивать их результаты	Лабораторные работы
ОПК.5.y1 уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	
36. Уметь выполнять измерения параметров электрических цепей и оценивать их результаты	Лабораторные работы
ПК.2.y2 уметь обрабатывать результаты измерений	
37. Уметь вычислять погрешности измерений	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.8.z3 знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	
38. Знать основы законодательства в области подтверждения соответствия	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.8.z2 знать основные методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	
39. Знать формы подтверждения соответствия	Лекции; Самостоятельная работа
40. Знать основные системы сертификации	Лекции; Самостоятельная работа
41. Знать схемы подтверждения соответствия	Лекции; Самостоятельная работа
42. Знать основные этапы сертификации	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.y2 уметь обрабатывать результаты измерений	
43. Уметь выполнять отдельные операции по поверке средств измерений	Лабораторные работы
ОПК.5.y1 уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	
44. Уметь выполнять аппаратный анализ спектра сигналов при исследовании электромагнитных излучений	Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Теоретические основы метрологии			
1. Основные понятия метрологии	0	2	24
2. Величины и единицы величин	0	2	25, 26
3. Классификация измерений, методов и средств измерений	0	2	27, 7, 8
4. Классификация погрешностей измерений	0	2	30
5. Основные методы обработки результатов измерений	0	2	31, 32, 33, 34
6. Обеспечение единства измерений	0	2	28, 29

Дидактическая единица: Средства измерений в радиотехнике и технике связи			
7. Средства измерения электрического напряжения	0	2	10, 11, 9
8. Средства исследования формы и спектра сигналов	0	2	12, 13, 14, 15, 18, 19
9. Средства измерения частоты и интервала времени	0	2	16, 17
10. Средства измерений параметров электрических цепей	0	2	20
Дидактическая единица: Основы стандартизации			
11. Правовые основы стандартизации	0	2	1, 2
12. Документы, объекты и работы по стандартизации	0	2	3
13. Принципы и методы стандартизации	0	2	4, 5, 6
Дидактическая единица: Основы подтверждения соответствия			
14. Правовые основы подтверждения соответствия	0	2	38
15. Формы и системы подтверждения соответствия	0	2	39, 40
16. Схемы подтверждения соответствия	0	2	41, 42
Дидактическая единица: Основы автоматизации измерений			
17. Информационно-измерительные системы	0	2	21, 22
18. Технология виртуальных приборов	0	2	23

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Теоретические основы метрологии				
1. Обработка результатов измерений	0	4	37, 43	Выполнение экспериментальной части, подготовка отчета и защита
Дидактическая единица: Средства измерений в радиотехнике и технике связи				
2. Измерение параметров радиотехнических сигналов	0	4	35, 37, 44	Выполнение экспериментальной части, подготовка отчета и защита
3. Измерение параметров радиотехнических цепей	0	4	36, 37	Выполнение экспериментальной части, подготовка отчета и защита
Дидактическая единица: Основы автоматизации измерений				
19. Автоматизация измерений	0	6	35, 36, 37	Выполнение экспериментальной части, подготовка отчета и защита

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Контрольные работы	10, 13, 16, 17, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 4, 40, 41, 42, 5, 6, 7, 8, 9	10	0
Пробное и контрольное тестирование: Метрология, стандартизация и сертификация. Практические упражнения : методические указания для студентов 3 курса РЭФ, обучающихся по направлениям "Радиотехника", "Телекоммуникации" и "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178001				
2	РГЗ	37	13	2
Решение задач: Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс] : слайд-конспект лекций : для направлений 210300 "Радиотехника", 210400 "Телекоммуникации", 210405 "Радиосвязь" / Морозов Ю. В. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска.- Рег. свидетельство №18893. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134011 Морозов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234734. - Загл. с экрана. Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения : конспект лекций / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 57, [2] с. : схемы. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/moros.rar Метрология, стандартизация и сертификация. Практические упражнения : методические указания для студентов 3 курса РЭФ, обучающихся по направлениям "Радиотехника", "Телекоммуникации" и "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178001				
3	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 32, 33, 34, 4, 5, 6, 7, 8, 9	11	1

Подготовка к лекциям- проработка пройденного материала: Метрология и радиоизмерения. Ч. 4 : методические указания к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направления подготовки: 11.03.01 (210400.62) - Радиотехника, 11.03.02 (210700.62) - Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2015. - 14, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214852 Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс] : слайд-конспект лекций : для направлений 210300 "Радиотехника", 210400 "Телекоммуникации", 210405 "Радиосвязь" / Морозов Ю. В. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска.- Рег. свидетельство №18893. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134011 Метрология и радиоизмерения. Ч. 3 : методические указания к лабораторным работам для 3 курса РЭФ по направлениям "Радиотехника", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2013. - 14, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185151 Морозов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234734. - Загл. с экрана. Метрология, стандартизация и сертификация. Практические упражнения : методические указания для студентов 3 курса РЭФ, обучающихся по направлениям "Радиотехника", "Телекоммуникации" и "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178001 Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения : конспект лекций / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 57, [2] с. : схемы. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/moros.rar>

4	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 3, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 4, 5, 6, 7, 8, 9	13	2
---	-------------------------	---	----	---

Повторение пройденного материала по конспекту лекций и другим источникам информации: Метрология и радиоизмерения. Ч. 4 : методические указания к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направления подготовки: 11.03.01 (210400.62) - Радиотехника, 11.03.02 (210700.62) - Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2015. - 14, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214852 Метрология и радиоизмерения. Ч. 3 : методические указания к лабораторным работам для 3 курса РЭФ по направлениям "Радиотехника", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2013. - 14, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185151 Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс] : слайд-конспект лекций : для направлений 210300 "Радиотехника", 210400 "Телекоммуникации", 210405 "Радиосвязь" / Морозов Ю. В. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска.- Рег. свидетельство №18893. - Режим доступа:http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134011 Метрология, стандартизация и сертификация. Практические упражнения : методические указания для студентов 3 курса РЭФ, обучающихся по направлениям "Радиотехника", "Телекоммуникации" и "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178001 Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения : конспект лекций / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 57, [2] с. : схемы. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/moros.rar>

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Среда электронного обучения НГТУ: http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/5514
Консультирование	e-mail: yu.morozov@corp.nstu.ru
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ: http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/5514
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ: http://dispace.edu.nstu.ru/didesk/course/show/5514

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
<i>Лабораторная №1:</i> Выполнение и защита	3	5
<i>Лабораторная №2:</i> Выполнение и защита	3	5
<i>Лабораторная №3:</i> Выполнение и защита	3	5
<i>Лабораторная №4:</i> Выполнение и защита	3	5
<i>Контрольные работы:</i> Выполнение	15	30
<i>РГЗ:</i> Выполнение и защита	15	30
<i>Зачет:</i>	8	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.5	з2. знать основные методы выполнения инструментальных измерений в радиотехнике	+		+
	у1. уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений		+	
ОПК.7	з3. знать основные направления автоматизации измерительной техники			+
ОПК.8	з1. знать основные требования международных и национальных стандартов к радиоэлектронным устройствам	+		+

	32. знать основные методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	+		+
	33. знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	+		+
ПК.2	31. знать основные средства измерения параметров радиотехнических цепей и сигналов	+		+
	32. знать основные методы обработки результатов измерений	+		+
	у1. уметь осуществлять выбор средств измерения для решения задач профессиональной деятельности		+	
	у2. уметь обрабатывать результаты измерений		+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : [учебное пособие для вузов по специальности 090106 (075600) "Информационная безопасность телекоммуникационных систем"] / С. И. Боридько [и др.]. - М., 2007. - 374 с. : ил.
2. Метрология, стандартизация и сертификация : [учебник по специальности "Радиоаппаратостроение" / А. С. Сигов и др.] ; под ред. А. С. Сигова. - М., 2012. - 328 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Баран Е. Д. Измерения в LabVIEW : учебное пособие / Е. Д. Баран, Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 161 с. : ил., схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/baran.pdf>
2. Мирский Г. Я. Радиоэлектронные измерения / Г. Я. Мирский. - М., 1975. - 600 с. : ил.
3. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : [учебник по направлениям подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов в области техники и технологии] / Ю. В. Димов. - Санкт-Петербург [и др.], 2013. - 496 с.
4. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : учебник для бакалавров / И. М. Лифиц. - М., 2012. - 393 с. : ил., табл.
5. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для бакалавров / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М., 2012. - 820 с. : ил., табл., граф.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения : конспект лекций / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 57, [2] с. : схемы. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/moros.rar>
2. Морозов Ю. В. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс] : слайд-конспект лекций : для направлений 210300 "Радиотехника", 210400 "Телекоммуникации", 210405 "Радиосвязь" / Морозов Ю. В. - Новосибирск, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - Рег. свидетельство №18893. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000134011
3. Метрология и радиоизмерения. Ч. 2 : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2017
4. Метрология, стандартизация и сертификация. Практические упражнения : методические указания для студентов 3 курса РЭФ, обучающихся по направлениям "Радиотехника", "Телекоммуникации" и "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000178001
5. Метрология и радиоизмерения. Ч. 3 : методические указания к лабораторным работам для 3 курса РЭФ по направлениям "Радиотехника", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2013. - 14, [2] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185151
6. Метрология и радиоизмерения. Ч. 4 : методические указания к лабораторным работам для 3 курса РЭФ (направления подготовки: 11.03.01 (210400.62) - Радиотехника, 11.03.02 (210700.62) - Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Ю. В. Морозов]. - Новосибирск, 2015. - 14, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214852
7. Морозов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. В. Морозов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234734. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 National Instruments

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Проведение мультимедийных лекций
2	АНАЛИЗАТОР С4-27 спектра	Измерение параметров радиотехнических сигналов
3	ГЕНЕРАТОР Г5-54 импульсов	Формирование импульсных сигналов
4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-129(к.4,ком.434)	Формирование высокочастотных сигналов
5	ГЕНЕРАТОР Г3-112	Формирование низкочастотных сигналов
6	ЧАСТОТОМЕР Ф-5080 хронометр	Измерение частоты и периода гармонического сигнала
7	ЧАСТОТОМЕР ЧЗ-33	Измерение частоты и периода гармонического сигнала

8	ЧАСТОТОМЕР ЧЗ-35А эл.счет.	Измерение частоты и периода гармонического сигнала
9	ГЕНЕРАТОР Х1-47	Измерение амплитудно-частотной характеристики радиотехнической цепи
10	Генератор сигналов специальной формы Tektronix AFG3021B	Формирование сигналов произвольной формы
11	Осциллограф TOS2024C (к.4,ком.434)	Измерение параметров радиотехнических сигналов
12	ГЕНЕРАТОР Г4-80	Формирование высокочастотных сигналов
13	Модуль сбора данных National Instruments USB-6366	Измерение характеристик радиотехнических цепей и сигналов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретических основ радиотехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и радиоизмерения

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства
передачи, приема и обработки сигналов

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Метрология и радиоизмерения приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	32. знать основные методы выполнения инструментальных измерений в радиотехнике	Величины и единицы величин Классификация измерений, методов и средств измерений Обеспечение единства измерений Основные понятия метрологии	Контрольная работа, тест №1	Зачет, вопросы 1-10
ОПК.5	у1. уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	Измерение параметров радиотехнических сигналов Измерение параметров радиотехнических цепей	РГЗ	
ОПК.7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	33. знать основные направления автоматизации измерительной техники	Информационно-измерительные системы Технология виртуальных приборов		Зачет, вопросы 26-28
ОПК.8 способность использовать нормативные документы в своей деятельности	31. знать основные требования международных и национальных стандартов к радиоэлектронным устройствам	Документы, объекты и работы по стандартизации Правовые основы стандартизации Принципы и методы стандартизации	Контрольная работа, тест №3	Зачет, вопросы 11-15
ОПК.8	32. знать основные методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	Схемы подтверждения соответствия Формы и системы подтверждения соответствия	Контрольная работа, тест №4	Зачет, вопросы 16-19
ОПК.8	33. знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям	Правовые основы подтверждения соответствия	Контрольная работа, тест №3	Зачет, вопросы 16-19

	технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов			
ПК.2/НИП способность реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	з1. знать основные средства измерения параметров радиотехнических цепей и сигналов	Классификация измерений, методов и средств измерений Средства измерений параметров электрических цепей Средства измерения частоты и интервала времени Средства измерения электрического напряжения Средства исследования формы и спектра сигналов	Контрольная работа, тест №2	Зачет, вопросы 20-25
ПК.2/НИП	з2. знать основные методы обработки результатов измерений	Классификация погрешностей измерений Основные методы обработки результатов измерений	Контрольная работа, тест №1	Зачет, вопросы 1-9
ПК.2/НИП	у1. уметь осуществлять выбор средств измерения для решения задач профессиональной деятельности	Измерение параметров радиотехнических сигналов	РГЗ	
ПК.2/НИП	у2. уметь обрабатывать результаты измерений	Измерение параметров радиотехнических сигналов Измерение параметров радиотехнических цепей Обработка результатов измерений	РГЗ	Зачет, задачи 1-10

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.7, ОПК.8, ПК.2/НИП.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.7, ОПК.8, ПК.2/НИП, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками. Количество баллов составляет менее 50.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Количество баллов составляет от 50 до 72.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Количество баллов составляет от 73 до 86.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Количество баллов составляет от 87 до 100.

Паспорт зачета

по дисциплине «Метрология и радиоизмерения», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-19, второй вопрос из диапазона вопросов 20-28 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»

1. Вопрос 1

Классификация погрешностей измерений

2. Вопрос 2.

Средства измерения электрического напряжения

3. Задача 1

При измерении напряжения получены следующие результаты наблюдений 1.24 В, 1.23 В, 1.25 В, 1.26 В, 1.27 В. Определите и запишите в стандартной форме результат измерения напряжения, если коэффициент Стьюдента равен 2 для доверительной вероятности 0,9

4. Задача 2

Найти полосу обзора гетеродинного анализатора спектра для наблюдения 1 основного и 2 боковых лепестков последовательности радиоимпульсов длительностью 1 мкс, частотой повторения 10 кГц, частотой заполнения 1 ГГц.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ Спектор А.А.
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если

студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 8 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *8-12 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *13-17 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *18-20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 8 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»

Список вопросов

1. Основные понятия метрологии
2. Величины и единицы величин
3. Классификация измерений
4. Классификация методов измерений
5. Классификация средств измерений
6. Классификация погрешностей измерений
7. Методы исключения систематической погрешности
8. Метод обработки результатов многократных измерений
9. Обеспечение единства измерений: эталоны.
10. Государственное регулирование в сфере обеспечения единства измерений
11. Правовые основы стандартизации
12. Принципы стандартизации
13. Методы стандартизации
14. Номинальные ряды на основе системы предпочтительных чисел.
15. Документы по стандартизации
16. Правовые основы подтверждения соответствия

17. Формы подтверждения соответствия
18. Схемы подтверждения соответствия
19. Основные этапы сертификации
20. Средства измерения электрического напряжения
21. Средства исследования формы сигнала
22. Средства аппаратного анализа спектра сигнала
23. Средства измерения частоты и периода методом дискретного счета
24. Средства измерения параметров электрических цепей на основе метода амперметра-вольтметра
24. Средства измерения параметров электрических цепей на основе мостового метода
25. Средства измерения параметров электрических цепей на основе резонансного метода
26. Цифровые запоминающие осциллографы
27. Информационно-измерительные системы
28. Технология виртуальных приборов

Список типовых задач

1. При измерении напряжения получены следующие результаты наблюдений 1.24 В, 1.23 В, 1.25 В, 1.26 В, 1.27 В. Определите и запишите в стандартной форме результат измерения напряжения, если коэффициент Стьюдента равен 2 для доверительной вероятности 0,9.
2. При измерении напряжения получены следующие результаты наблюдений 1.24 В, 1.23 В, 1.25 В, 1.26 В, 1.37 В. Требуется выявить наличие промахов и сделать вывод, если уровень значимости равен 0.05, коэффициент Стьюдента (критическое приведенное отклонение) для доверительной вероятности равен 2
3. Выражение для вычисления результата косвенных измерений имеет вид . Получите выражение для интервала случайной погрешности косвенных измерений при известных интервалах абсолютной погрешности прямых измерений .
4. Амперметр имеет предел измерения 1 мА, внутреннее сопротивление 1 Ом, класс точности 1. Каким должно быть сопротивление шунта для расширения предела измерения до 10 мА? Каким будет класс точности нового амперметра при относительной погрешности добавочного сопротивления $\pm 1\%$
5. Определите верхнюю границу полосы пропускания осциллографа для наблюдения длительности фронта 0,1 мкс с погрешностью 1%, а также минимальный период развертки осциллографа, если частота повторения исследуемого сигнала 1 кГц.
6. Определите погрешность измерения длительности фронта, если ее истинное значение равно 0,1 мкс, а верхняя граница полосы пропускания осциллографа составляет 350 МГц.
7. Найдите полосу обзора гетеродинного анализатора спектра для наблюдения 1 основного и 2 боковых лепестков последовательности радиоимпульсов длительностью 1 мкс, частотой повторения 10 кГц, частотой заполнения 1 ГГц. Изобразите спектр данной последовательности, наблюдаемый на экране анализатора спектра.
8. Найдите относительную погрешность дискретности измерения частоты 1 кГц в режиме измерения частоты, если время измерения 100 мс.
9. Найдите измеренное значение индуктивности и межвитковой емкости катушки резонансным методом, если емкость контура равна 100 пФ при частоте генератора 100 кГц, а при частоте 141 кГц - 105 пФ.
10. Найти значение исследуемого сопротивления, включенного в 4-плечий равновесный мост, при котором мост находится в равновесии, если сопротивления соседних плеч имеют значение 200 Ом, а противоположного – 100 Ом.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»,

5 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа в виде четырех письменных тестов. Каждый тест содержит по 5 тестовых заданий.

Тест №1 проводится по темам Величины и единицы величин Классификация измерений, методов и средств измерений Классификация погрешностей измерений Обеспечение единства измерений Основные методы обработки результатов измерений Основные понятия метрологии, включает 5 заданий.

Тест №2 проводится по темам Классификация измерений, методов и средств измерений Средства измерений параметров электрических цепей Средства измерения частоты и интервала времени Средства измерения электрического напряжения Средства исследования формы и спектра сигналов.

Тест №3 проводится по темам Правовые основы стандартизации Документы, объекты и работы по стандартизации Принципы и методы стандартизации

Тест №4 проводится по темам Схемы подтверждения соответствия Формы и системы подтверждения соответствия

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если количество правильных ответов менее 10. Оценка составляет **0-9** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если количество правильных ответов 10-15. Оценка составляет **10-15** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если количество правильных ответов 16-18. Оценка составляет **16-18** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если количество правильных ответов 19-20. Оценка составляет **19-20** баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Тест №1

Свойство физического объекта характеризует ... величина	
	измеряемая
	физическая
	идеальная
	материальная

В системе СИ буквой ... обозначается температура	
	T
	Θ
	J
	M

По форме количественного выражения различают погрешности ...	
	систематические и случайные
	методические и инструментальные
	абсолютные и относительные
	основные и дополнительные

Среднеквадратическое отклонение (СКО) измерения меньше СКО наблюдений в ... раз для 100 наблюдений	
	100
	10
	20
	50

Государство контролирует выполнение измерений путем ...	
	наблюдения
	аккредитации
	надзора
	стандартизации

Тест №2

Показания вольтметра со шкалой среднеквадратических значений ... В для входного напряжения $u(t) = 2\sqrt{2} \sin 50t$, В	
	$2\sqrt{2}$
	2
	$2/\sqrt{2}$
	$\sqrt{2}/2$

Синусоида амплитудой 5 В занимает ... клеток экрана осциллографа по вертикали, если установлен масштаб 2 В/дел.	
	5
	10
	20
	2

Полоса обзора ... требуется для отображения двух лепестков спектра последовательности видеоимпульсов с длительностью 1 мкс и частотой повторения 1 кГц	
	1 МГц
	2 кГц
	2 МГц
	1 кГц

Погрешность цифрового частотомера 1% при измерении частоты 1 МГц в режиме измерения частоты обеспечивается при времени измерения ...	
	1 мс
	1 мкс
	10 мкс
	100 мкс

Обязательный элемент цифрового осциллографа - ...	
	аналого-цифровой преобразователь
	цифроаналоговый преобразователь
	электронно-лучевая трубка
	измерительный усилитель

Тест №3

Деятельность по установлению правил для многократного добровольного применения	
	сертификация
	стандартизация
	аккредитация
	модернизация

Повышение уровня безопасности - ... стандартизации	
	цель
	метод
	принцип
	способ

Силу Федерального закона имеет ...	
	национальный стандарт
	свод правил
	технический регламент
	международный стандарт

Ряд R10 имеет знаменатель ...	
	10
	$10^{1/10}$
	10^{-10}
	10^{-1}

Сокращение числа типов до достаточного числа	
	типизация
	унификация
	симплификация
	систематизация

Тест №4

Декларирование подтверждает соответствие ...	
	техническим регламентам
	национальным стандартам
	техническим условиям

	условиям договоров
--	--------------------

Соответствие национальным стандартам показывает знак ...	
	обращения на рынке
	качества
	соответствия
	отличия

Перечень объектов, характеристик и правил образуют ... сертификации	
	систему
	схему
	норму
	основу

Анализ производства игнорируется при наличии	
	квалифицированного персонала
	сертифицированного оборудования
	системы менеджмента качества
	средств индивидуальной защиты

Обязательной сертификации подлежат	
	средства учета услуг
	мобильные телефоны
	модемы
	интернет-серверы

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Метрология и радиоизмерения»,

5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны решить 5 задач на следующие темы: анализ погрешностей многократных наблюдений, средства измерения напряжений, средства исследования формы и анализа спектра сигналов, средства измерения частоты и периода, средства измерения параметров цепей.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ каждой задачи, выбрать и обосновать путь решения, выполнить решение.

Обязательные структурные части РГЗ: титульный лист, исходные данные и решение каждой задачи.

Оцениваемые позиции: правильность и обоснованность решения задач.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все задачи РГЗ(Р), отсутствует анализ задач, пути решения не выбраны и не обоснованы, есть более одной принципиальной ошибки, оценка составляет менее 12 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ задач выполнен поверхностно, пути решения недостаточно обоснованы, имеется одна принципиальная ошибка, оценка составляет 12-14 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ задач выполнен в полном объеме, пути решения обоснованы, имеются мелкие ошибки, оценка составляет 15-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ задач выполнен в полном объеме, пути решения обоснованы, имеется не более одной мелкой ошибки, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задача 1

При измерении частоты получены следующие результаты наблюдений: 18,305; 18,308; 18,312; 18,309; 18,304 кГц. Предполагается, что погрешности результатов наблюдений распределены по нормальному закону. Определить: результат измерений; среднеквадратическое отклонение результатов наблюдений; среднеквадратическое отклонение результатов измерений; доверительный интервал случайных погрешностей с

доверительной вероятностью 0,95.

Задача 2

Электрическая схема состоит из последовательно включенных источника напряжения с частотой 5 МГц, сопротивлений $R_1=0,1 \text{ МОм}$ и $R_2=0,1 \text{ МОм}$. Для измерения падения напряжения на R_2 к нему через кабель подключен вольтметр с входным сопротивлением 4 МОм, входной емкостью 30 пФ. Емкость кабеля принять 70 пФ. С какой относительной погрешностью вольтметр покажет падение напряжения на R_2 ?

Задача 3

Гетеродинный анализатор спектра работает в режиме: средняя частота гетеродина 2 МГц, частотная полоса обзора, время анализа 0,1 с, частотная полоса усилителя промежуточной частоты 10 МГц. Наблюдается спектр видеоимпульсов с длительностью 1 мкс и частотой повторения 1 кГц. Изобразить наблюдаемую на экране часть спектра и указать число линий в ней.

Задача 4

Какую частоту счетных импульсов необходимо установить на счетном частотомере в режиме измерения периода колебаний, чтобы измерить период частоты 125 Гц с погрешностью дискретности 0.01%.

Задача 5

Составить схему четырехплечевого уравновешенного моста для измерения параметров катушки: индуктивности, сопротивления потерь и добротности на частоте 1 кГц. Мост должен состоять из трех резисторов с сопротивлениями 5, 10, 20 Ом и образцовой катушки с индуктивностью 0,1 Гн. Проверить условие равновесия моста для исследуемой катушки с индуктивностью 0,05 Гн и сопротивлением потерь 25 Ом. Определить относительные погрешности измерения индуктивности, сопротивления потерь и добротности, если значения элементов моста известны с относительными погрешностями 0.5%, а частота - с погрешностью 1%.