

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

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи ,
профиль: Многоканальные телекоммуникационные системы

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.	62
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.	6
10	Самостоятельная работа, час.	46
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №174 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

КТРС, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

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

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Кривецкий А. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Синельников А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталева В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.5 способность использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи; в части следующих результатов обучения:	
31. знать правовые основы стандартизации применительно к инфокоммуникационным технологиями и системам связи	
32. знать основные требования международных и национальных стандартов, рекомендаций Международного союза электросвязи к инфокоммуникационным системам и сетям	
Компетенция ФГОС: ОПК.6 способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные методы и средства инструментальных измерений, используемых в системах радиоэлектроники и связи	
32. знать теоретические основы метрологии и методы обработки результатов измерений	
у1. уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	
Компетенция ФГОС: ПК.18 способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов; в части следующих результатов обучения:	
31. знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	
32. знать методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	
у1. уметь выполнять измерения параметров радиоэлектронных цепей и сигналов, необходимые в экспериментальных испытаниях с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	

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, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях</i>	
ОПК.5.31 знать правовые основы стандартизации применительно к инфокоммуникационным технологиями и системам связи	
1. знать правовые основы стандартизации применительно к инфокоммуникационным технологиями и системам связи	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.5.32 знать основные требования международных и национальных стандартов, рекомендаций Международного союза электросвязи к инфокоммуникационным системам и сетям	
2. знать основные требования международных и национальных стандартов, рекомендаций Международного союза электросвязи к инфокоммуникационным системам и сетям	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.6.31 знать основные методы и средства инструментальных измерений, используемых в системах радиоэлектроники и связи	
3. знать основные методы и средства инструментальных измерений, используемых в системах радиоэлектроники и связи	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.6.32 знать теоретические основы метрологии и методы обработки результатов измерений	
4. знать теоретические основы метрологии и методы обработки результатов измерений	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.6.у1 уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	

5. уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.18.31 знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	
6. знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.18.32 знать методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	
7. знать методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.18.y1 уметь выполнять измерения параметров радиоэлектронных цепей и сигналов, необходимые в экспериментальных испытаниях с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	
8. уметь выполнять измерения параметров радиоэлектронных цепей и сигналов, необходимые в экспериментальных испытаниях с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Основы стандартизации, особенности сертификации аппаратуры связи различного назначения, сертификация средств измерений.				
1. Введение в курс. Основные понятия, термины и определения, основные принципы измерений	0	2	1, 6, 7, 8	Основные понятия метрологии. Формально-логические основания измерений. Основные термины и определения. Измерения и физические величины. Шкалы измерений. Международная система (СИ). Единицы физических величин. Государственные стандарты на единицы измерения. Воспроизведения единиц измерения (централизованное и децентрализованное). Меры, эталоны, образцовые и рабочие средства

2. Теория оценки качества измерений. 4.1.Теория погрешностей. 4.2 Статистические методы и алгоритмы обработки результатов многократных измерений.	0	4	1, 2, 6, 7	Классификация типичных составляющих погрешности измерения. 1. Методические составляющие погрешности: - неадекватность модели и контролируемого объекта; - отклонение от нормы функции преобразования на входе средства измерения; - Отклонения от принятых значений разницы между значениями на входе средства измерения и в точке отбора; - Погрешность из-за эффектов квантования; - Ошибки из-за отличия алгоритма вычисления от моделирующей функции; - Погрешности, возникающие при отборе и приготовлении проб и мешающих факторов. 2. Инструментальные составляющие погрешности измерений: - Основные и дополнительные погрешности СИ из-за внешних медленно меняющихся факторов. - погрешности из-за конечной разрешающей способности СИ; - динамические погрешности СИ; - Погрешности из-за взаимодействия объекта измерений и средства измерений; - Погрешности передачи измерительной информации. 3. Погрешности, вносимые оператором (субъективные погрешности); - погрешности счи
--	---	---	------------	---

3. Разработка методик выполнения измерений (МВИ). Аттестация, стандартизация и метро-логический надзор.	0	4	1, 2, 3, 6, 7	Общие положения и требования к разработке МВИ, аттестации, стандартизации и метрологическому надзору за ними. Выбор методов и средств измерений при разработке МВИ. Методы контроля качества продукции. Обеспечение эффективности измерений при управлениями технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях и контроле качества продукции. Порядок подготовки государственных стандартов РФ и проектов измерения по ним для принятия государственной регистрации и изделия; - Нормирование метрологических характеристик СИ; - Методы оценки метрологической надежности СИ.
Дидактическая единица: Принципы и методы измерений, методы и средства обеспечения единства и точности измерений;				
4. Система обеспечения единства измерений	0	2	2, 6, 7, 8	Единство измерений. Представление результатов измерений в единых законных единицах измерения и оценка погрешности с гарантированной вероятностью. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Стандарты ГСИ, рекомендации, методические указания и др. НД.
Дидактическая единица: Принципы построения и особенности средств измерений (СИ) основных электрических и радиотехнических величин; принципы построения цифровых СИ; автоматизация измерений;				

5. Методы и средства измерений, математические модели	0	2	4, 6, 7	1 Понятие об измерении как о физическом эксперименте в процессе сравнения измеряемой величины с некоторым ее значением, принятым за единицу измерения. Математические модели процесса измерения. Обобщенное представление измеряемого сигнала с учетом аддитивных и мультипликативных помех. Математические модели средств измерений (измерительные приборы и преобразователи). 2 Основное уравнение измерений. Методы измерений: прямого сравнения, дифференциальный, нулевой, замещения, совпадений. Понятия прямых, косвенных и совместных измерений. Однократные и многократные измерения.
---	---	---	---------	--

6. Прикладная метрология. 6.1. Измерения электрических величин. 6.2. Электрические измерения неэлектрических величин. 6.3. Метрологическое обеспечение проектирования, производства и использование продукции. 6.4. Поверка и калибровка средств измерения. Метрологический контроль и надзор.	0	12	1, 2, 6	Измерения электрических напряжений и токов - основы построения средств измерений (СИ). Вольтметры постоянного и переменного тока. Классификация. Структурные схемы аналоговых и цифровых вольтметров в области применения и метрологические характеристики. Методы и средства измерения сопротивлений, емкостей и индуктивностей. Структурная схема устройств измерений неэлектрических величин. Функции измерительных преобразований. Унификация выходных сигналов преобразователя. Вторичная аппаратура измерительных устройств. Методы передачи измерительной информации (телеизмерения). Преобразователи, применяемые для измерений температуры, массы, объемов, геометрических размеров, влажности и др. Резисторные и потенциометрические преобразователи. Терморезисторные и тензорезисторные преобразователи. Индуктивные и трансформаторные преобразователи. Фотоэлектрические преобразователи. Емкостные и электронные преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи. Бесконтактные методы измерения температуры. Тепловизор
Дидактическая единица: Метрология, стандартизация и сертификация.				

7. Основы стандартизации	0	4	2, 3, 6	Сущность и содержание работ по стандартизации. Основные термины и определения. Нормативные документы по стандартизации, виды стандартов и их применение. Правовые основы стандартизации. Органы и службы по стандартизации. Порядок разработки стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований стандартов. Информационное обеспечение работ по стандартизации. Международная информационная система. Информационное обеспечение в РФ. Общероссийские классификаторы. ГСС и ее совершенствование. Основные сферы и объекты стандартизации систем менеджмента качества, продукции, услуг. Международная и региональная стандартизация. Органы стандартизации. Определение приоритетов международной организации. Гармонизация стандартов. Применение международных стандартов в РФ.
--------------------------	---	---	---------	--

8. Основы сертификации	0	4	2, 3, 6	Основные термины и определения. Обязательная и добровольная сертификация. Формы участия в системах сертификации и соглашения по признанию. Правовые основы сертификации: законы о защите прав потребителей и сертификации, о сертификации продукции и услуг. Правила и порядок проведения сертификации продукции. Схемы сертификации, органы по сертификации и испытательные лаборатории и их аккредитация. Знаки соответствия. Сертификация аппаратуры связи различного назначения. Сертификация средств измерения. Сертификация услуг, включая услуги связи. Сертификация систем менеджмента качества. Сертификация производств. Системы ГОСТов и НД, регламентирующих порядок и правила сертификации. Структура регистра систем качества. Функции Госстандарта РФ.
9. Заключение	0	2	1, 5, 6, 7, 8	Перспективы научного развития метрологии, стандартизации и сертификации

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Основы стандартизации, особенности сертификации аппаратуры связи различного назначения, сертификация средств измерений.				
1. Параметры и характеристики устройств и систем связи.	0	4	4, 5	Знакомство с параметрами и характеристиками систем связи
Дидактическая единица: Принципы и методы измерений, методы и средства обеспечения единства и точности измерений;				
3. Разработка планов, программ и методик выполнения измерений параметров устройств и систем связи.	0	4	4, 5	Лабораторная работа

Дидактическая единица: Принципы построения и особенности средств измерений (СИ) основных электрических и радиотехнических величин; принципы построения цифровых СИ; автоматизация измерений;				
6. Применение статистических методов обработки результатов многократных измерений.	0	4	3	Применение статистических методов обработки результатов многократных измерений.
Дидактическая единица: Метрология, стандартизация и сертификация.				
7. Исследования моделей метрологической надежности средств измерений (СИ)	0	6	1, 5	Лабораторная работа

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Принципы и методы измерений, методы и средства обеспечения единства и точности измерений;				
1. Разработка аппаратных и/или программных средств измерений в телекоммуникационных системах. Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора.	0	16	1, 2, 3, 4, 5	Разработка аппаратных и/или программных средств измерений в телекоммуникационных системах. Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	Контрольные работы	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	4	2
: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
2	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	4	2
: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4	18	0
: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	4	2

: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

5	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4, 5	16	0
---	---	---------------	----	---

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

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	Социальные сети
Консультирование	Социальные сети
Размещение учебных материалов	e-mail; Портал НГТУ

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:</i>	5	10
<i>Контрольные работы:</i>	5	10
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	30	60
Контролирующие материалы - список вопросов		

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	Экзамен
ОПК.5	31. знать правовые основы стандартизации применительно к инфокоммуникационным технологиям и системам связи		+	+
	32. знать основные требования международных и национальных стандартов, рекомендаций Международного союза электросвязи к инфокоммуникационным системам и сетям			+

ОПК.6	з1. знать основные методы и средства инструментальных измерений, используемых в системах радиоэлектроники и связи			+
	з2. знать теоретические основы метрологии и методы обработки результатов измерений		+	+
	у1. уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений			+
ПК.18	з1. знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов			+
	з2. знать методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	+		+
	у1. уметь выполнять измерения параметров радиоэлектронных цепей и сигналов, необходимые в экспериментальных испытаниях с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов			+

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

7. Литература

Основная литература

1. Клаассен К. Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы : [учебное пособие] / К. Клаассен ; пер. с англ. Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. - Долгопрудный, 2012. - 350 с. : ил.
2. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и сертификация : учебник для вузов / И. М. Лифиц. - М., 2005. - 350 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Мирский Г. Я. Радиоэлектронные измерения / Г. Я. Мирский. - М., 1975. - 600 с. : ил.

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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Лекции и практики
2	АНАЛИЗАТОР С4-27 спектра	Лабораторные и практические занятия
3	ГЕНЕРАТОР Г5-54 импульсов	Лабораторные и практические занятия
4	Генератор сигналов высокочастотный Г4-129(к.4,ком.434)	Лабораторные и практические занятия
5	ГЕНЕРАТОР Г3-112	Лабораторные и практические занятия
6	ЧАСТОТОМЕР Ф-5080 хронометр	Лабораторные и практические занятия
7	ЧАСТОТОМЕР ЧЗ-33	Лабораторные и практические занятия
8	ЧАСТОТОМЕР ЧЗ-35А эл.счет.	Лабораторные и практические занятия
9	ГЕНЕРАТОР Х1-47	Лабораторные и практические занятия
10	Генератор сигналов специальной формы Tektronix AFG3021B	Лабораторные и практические занятия
11	Осциллограф TOS2024C (к.4,ком.434)	Лабораторные и практические занятия
12	Модуль сбора данных National Instruments USB-6366	Лабораторные и практические занятия

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях приведена в Таблице 1.

Таблица 1.

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 нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	з1. знать правовые основы стандартизации применительно к инфокоммуникационным технологиям и системам связи	Введение в курс. Основные понятия, термины и определения, основные принципы измерений Заключение Исследования моделей метрологической надежности средств измерений (СИ) Прикладная метрология. 6.1. Измерения электрических величин. 6.2. Электрические измерения неэлектрических величин. 6.3. Метрологическое обеспечение проектирования, производства и использование продукции. 6.4. Поверка и калибровка средств измерения. Метрологический контроль и надзор. Разработка аппаратных и/или программных средств измерений в телекоммуникационных системах. Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора. Разработка методик выполнения измерений (МВИ). Аттестация, стандартизация и метрологический надзор. Теория оценки качества измерений. 4.1. Теория погрешностей. 4.2. Статистические методы и алгоритмы обработки	РГЗ	Экзамен, вопросы 1-21

		результатов многократных измерений.		
ОПК.5	32. знать основные требования международных и национальных стандартов, рекомендаций Международного союза электросвязи к инфокоммуникационным системам и сетям	Основы стандартизации Прикладная метрология. 6.1. Измерения электрических величин. 6.2. Электрические измерения неэлектрических величин. 6.3. Метрологическое обеспечение проектирования, производства и использование продукции. 6.4. Поверка и калибровка средств измерения. Метрологический контроль и надзор. Система обеспечения единства измерений Теория оценки качества измерений. 4.1. Теория погрешностей. 4.2. Статистические методы и алгоритмы обработки результатов многократных измерений.		Экзамен, вопросы 1-21
ОПК.6 способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи	31. знать основные методы и средства инструментальных измерений, используемых в системах радиоэлектроники и связи	Основы стандартизации Применение статистических методов обработки результатов многократных измерений.		Экзамен, вопросы 1-21
ОПК.6	32. знать теоретические основы метрологии и методы обработки результатов измерений	Методы и средства измерений, математические модели Параметры и характеристики устройств и систем связи. Разработка аппаратных и/или программных средств измерений в телекоммуникационных системах. Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора. Разработка планов, программ и	РГЗ, разделы...	Экзамен, вопросы 1-21

		методик выполнения измерений параметров устройств и систем связи.		
ОПК.6	у1. уметь эксплуатировать средства измерений и оценивать погрешности измерений	Заключение Исследования моделей метрологической надежности средств измерений (СИ) Параметры и характеристики устройств и систем связи. Разработка аппаратных и/или программных средств измерений в телекоммуникационных системах. Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора. Разработка планов, программ и методик выполнения измерений параметров устройств и систем связи.		Экзамен, вопросы 1-21
ПК.18/ЭИ способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	з1. знать правовые основы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	Введение в курс. Основные понятия, термины и определения, основные принципы измерений Заключение Методы и средства измерений, математические модели Основы сертификации Основы стандартизации Прикладная метрология. 6.1. Измерения электрических величин. 6.2. Электрические измерения неэлектрических величин. 6.3. Метрологическое обеспечение проектирования, производства и использования продукции. 6.4. Поверка и калибровка средств измерения. Метрологический контроль и надзор. Разработка методик выполнения измерений (МВИ). Аттестация, стандартизация и метрологический надзор. Система обеспечения единства измерений		Экзамен, вопросы 1-21

		Теория оценки качества измерений. 4.1. Теория погрешностей. 4.2 Статистические методы и алгоритмы обработки результатов многократных измерений.		
ПК.18/ЭИ	з2. знать методы подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов, национальных стандартов и иных нормативных документов	Введение в курс. Основные понятия, термины и определения, основные принципы измерений Заключение Методы и средства измерений, математические модели Разработка методик выполнения измерений (МВИ). Аттестация, стандартизация и метрологический надзор. Система обеспечения единства измерений Теория оценки качества измерений. 4.1. Теория погрешностей. 4.2 Статистические методы и алгоритмы обработки результатов многократных измерений.	Контрольные работы, разделы...	Экзамен, вопросы 1-21
ПК.18/ЭИ	у1. уметь выполнять измерения параметров радиоэлектронных цепей и сигналов, необходимые в экспериментальных испытаниях с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	Введение в курс. Основные понятия, термины и определения, основные принципы измерений Заключение Система обеспечения единства измерений		Экзамен, вопросы 1-21

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.6, ПК.18/ЭИ.

Экзамен 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 учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.5, ОПК.6, ПК.18/ЭИ, 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.

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.

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.

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.

Составитель _____ Кривецкий А.В.
(подпись)

« ____ » _____ 20 __ г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

Паспорт экзамена

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях», 5
семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.
3. Задача.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 0-29 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 30-40 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 41-50 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) 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 51-60 баллов.

3. Шкала оценки

Оценка отлично = 87-100 баллов

Оценка хорошо = 73-86 баллов

Оценка удовлетворительно = 50-72 баллов

Оценка неудовлетворительно = ниже 0-49 баллов

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

4. Билеты к экзамену по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения»

1. Основные метрологические термины и определения. Измерение. Единство измерений. Точность измерений. Объект измерения. Средство измерения.

2. Цели и задачи стандартизации.

3. Найти коэффициент шума системы, представленной последовательным соединением усилителей со следующими параметрами:

$G_1 = 10; F_1 = 0,9; G_2 = 2,0; F_2 = 1,9; G_3 = 1,33; F_3 = 3,0; G_4 = 4,0; F_4 = 6,0$, где индекс обозначает порядковый номер каскада; G_i – коэффициент усиления по мощности i -го каскада (в раз); F_i – коэффициент шума i -го каскада (в раз).

Билет 2

1. Основные метрологические термины и определения. Принцип измерений. Метод измерений. Методика измерений. Условия измерений. Результат измерений.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Стандартизация. Объекты стандартизации. Стандарт. Технические условия.

3. Определить мощность шума на выходе тракта, состоящего из антенны и антенного усилителя при полном отсутствии сигнала в эфире, мощности собственного шума антенны $P_a = 0,1$ мВт, коэффициенте усиления по мощности антенного усилителя $G=33$, коэффициенте шума антенного усилителя $F=8$, шумовой полосе тракта $\Delta F = 10 \text{ МГц}$. Тракт работает при температуре окружающей среды $T_0 = 23^\circ\text{C}$ (296°K).
 $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \left[\frac{\text{Дж}}{\text{К}} \right]$.

Билет 3

1. Основные метрологические термины и определения. Погрешность измерения. Истинное значение. Действительное значение. Сходимость измерений. Воспроизводимость измерений.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Методы стандартизации.

3. Найти отношение сигнал/шум (в раз) на выходе приемного тракта, состоящего из антенны и двухкаскадного усилителя. Отношение сигнал/шум на выходе антенны (входе усилителя) $\frac{P_{с.сх}}{P_{ш.сх}} = 1$ (0 дБ). Коэффициенты усиления по мощности и, соответственно,

коэффициенты шума усилителей составляют $G_1 = 6,0; F_1 = 1,25; G_2 = 2,3; F_2 = 1,9$.

Билет 4

1. Средства измерений и их классификация. Мера. Измерительный преобразователь. Измерительный прибор. Измерительная установка. Измерительная система. Информационно-измерительная система. Информационно-измерительный комплекс.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Виды стандартизации.

3. При измерении действительного напряжения 9,15 В вольтметр с пределом шкалы 100 В выдал показание 9,33 В. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения а также приведенную погрешность измерителя.

Билет 5

1. Метрологические характеристики средств измерений. Функция преобразования. Чувствительность. Цена деления шкалы. Порог чувствительности. Диапазон измерений.

Вариация показаний. Надежность средства измерений.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Категории стандартов.

3. При измерении действительной частоты 48,50 Гц частотомер с пределом шкалы 999 МГц выдал показание 49.00 Гц. Определить класс точности прибора.

Билет 6

1. Виды измерений. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.

2. Основы сертификации. Заявление о соответствии. Аттестация соответствия. Сертификация соответствия.

3. В электронно-счетном измерителе частоты погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки опорного генератора $\Delta_1 = \pm 0,1 \text{ Гц}$ и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемой частоты частоте опорного генератора $\Delta_2 = \pm 1 \text{ Гц}$. Определить абсолютную среднеквадратическую погрешность прибора.

Билет 7

1. Методы измерений. Метод непосредственной оценки и сравнения с мерой. Разновидности метода сравнения.

2. Измерение и оценка качества. Квалиметрия. Инструментальные методы.

3. В электронно-счетном измерителе длительности периода погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки периода опорного генератора $\Delta_1 = \pm 0,1 \text{ нс}$ и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемого периода периоду опорного генератора $\Delta_2 = \pm 0,5 \text{ мкс}$. Определить относительную среднеквадратическую погрешность прибора при измерении периода длительностью 10 мкс.

Билет 8

1. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения. Виды погрешностей. Классификация погрешностей по способу оценки.

2. Классификация датчиков по физическим явлениям, положенным в основу принципа действия.

3. Укажите доверительный интервал показаний вольтметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 1 В.

Билет 9

1. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения. Виды погрешностей. Классификация погрешностей по причинам возникновения.

2. Классификация датчиков по виду выходного сигнала. Примеры.

3. Укажите максимальный модуль показаний амперметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 0,707 А, значения выше которого при многократных измерениях игнорируются (считаются промахами).

Билет 10

1. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения. Виды погрешностей. Классификация погрешностей по характеру проявления.

2. Цели и задачи стандартизации.

3. Найти среднеквадратическую случайную и систематическую погрешности цифрового вольтметра, на вход которого подано действительное напряжение $U_d = 4,096 \text{ В}$ и получены 10 результатов измерений со значениями:

4,795; 4,758; 4,774; 4,701; 4,186; 4,520; 4,273; 4,709; 4,445; 4,306 [В]

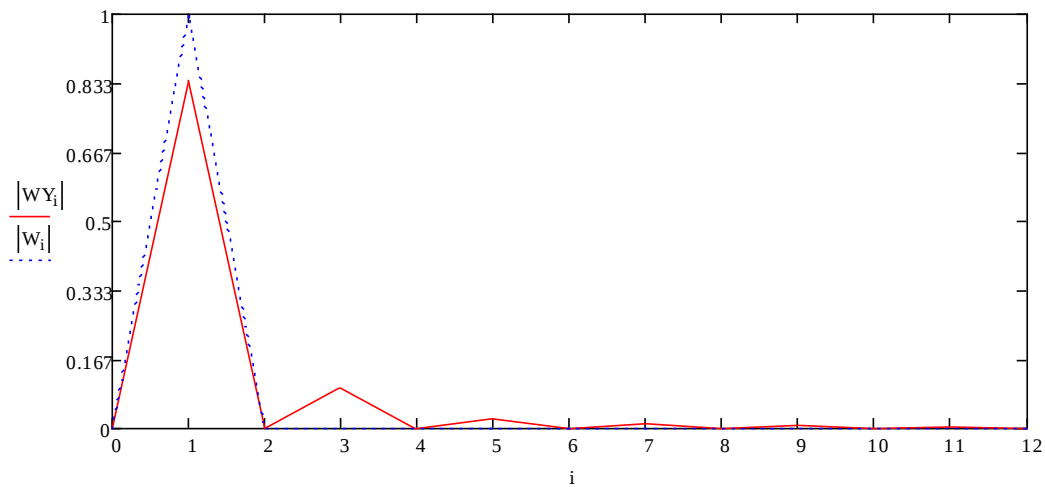
Билет 11

1. Основы теории погрешностей и обработки результатов измерения. Виды погрешностей. Классификация погрешностей по характеру зависимости от измеряемой величины.

2. Измерение параметров переменного напряжения. Коэффициент формы гармонического сигнала.

3. В амплитудном спектре гармонического сигнала единичной амплитуды, усиленного усилителем с нелинейной характеристикой наблюдаются нормированные гармоники с амплитудами:

$$A_1 = 0.838 B; A_3 = 0.0989 B; A_5 = 0.02498 B; A_7 = 0.01109 B; A_9 = 0.00899 B; A_{11} = 0.00362 B;$$



Вычислить коэффициент гармоник и коэффициент нелинейных искажений, характеризующие усилитель.

Билет 12

1. Характеристики случайных погрешностей. Математическое ожидание и его оценка. Дисперсия и ее оценка. Доверительный интервал. Доверительная вероятность.

2. Цели и задачи стандартизации.

3. Найти коэффициент шума системы, представленной последовательным соединением усилителей со следующими параметрами:

$G_1 = 10; F_1 = 0,9; G_2 = 2,0; F_2 = 1,9; G_3 = 1,33; F_3 = 3,0; G_4 = 4,0; F_4 = 6,0$, где индекс обозначает порядковый номер каскада; G_i – коэффициент усиления по мощности i -го каскада (в раз); F_i – коэффициент шума i -го каскада (в раз).

Билет 13

1. Характеристики случайных погрешностей. Среднеквадратическая погрешность для косвенных и совокупных измерений.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Стандартизация. Объекты стандартизации. Стандарт. Технические условия.

3. Определить мощность шума на выходе тракта, состоящего из антенны и антенного усилителя при полном отсутствии сигнала в эфире, мощности собственного шума антенны $P_a = 0,1 \text{ мВт}$, коэффициенте усиления по мощности антенного усилителя $G=33$, коэффициенте шума антенного усилителя $F=6,5$, шумовой полосе тракта $\Delta F = 10 \text{ МГц}$. Тракт работает при температуре окружающей среды $T_0 = 23^\circ\text{C}$ (296°K). $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \left[\frac{\text{Дж}}{\text{К}} \right]$.

Билет 14

1. Измерение параметров переменного напряжения. Средневыпрямленное значение гармонического сигнала.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Методы стандартизации.

3. Найти отношение сигнал/шум (в раз) на выходе приемного тракта, состоящего из антенны и двухкаскадного усилителя. Отношение сигнал/шум на выходе антенны (входе усилителя) $\frac{P_{с.сх}}{P_{ш.сх}} = 1$ (0 дБ). Коэффициенты усиления по мощности и, соответственно,

коэффициенты шума усилителей составляют $G_1 = 6,0; F_1 = 1,25; G_2 = 2,3; F_2 = 1,9$.

Билет 15

1. Измерение параметров переменного напряжения. Среднеквадратическое значение

гармонического сигнала.

2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Категории стандартов.
3. При измерении действительного напряжения 15 В вольтметр с пределом шкалы 100 В выдал показание 15.33 В. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения и приведенную погрешность измерителя.

Билет 16

1. Измерение параметров переменного напряжения. Коэффициент формы гармонического сигнала.
2. Основы сертификации. Заявление о соответствии. Аттестация соответствия. Сертификация соответствия.
3. При измерении действительной частоты 49,75 Гц частотомер с пределом шкалы 999 МГц выдал показание 51.00 Гц. Определить класс точности прибора.

Билет 17

1. Проверка гипотезы о нормальности распределения случайной величины.
2. Измерение параметров переменного напряжения. Среднеквадратическое значение гармонического сигнала.
3. В электронно-счетном измерителе частоты погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки опорного генератора $\Delta_1 = \pm 0,1 \text{ Гц}$ и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемой частоты частоте опорного генератора $\Delta_2 = \pm 1 \text{ Гц}$. Определить абсолютную среднеквадратическую погрешность прибора.

Билет 18

1. Класс точности измерительного прибора.
2. Классификация датчиков по физическим явлениям, положенным в основу принципа действия.
3. В электронно-счетном измерителе длительности периода погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки периода опорного генератора $\Delta_1 = \pm 0,1 \text{ нс}$ и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемого периода периоду опорного генератора $\Delta_2 = \pm 0,5 \text{ мкс}$. Определить относительную среднеквадратическую погрешность прибора при измерении периода длительностью 2 мкс.

Билет 19

1. Датчики параметрические. Примеры.
2. Измерение параметров переменного напряжения. Коэффициент формы гармонического сигнала.
3. Укажите доверительный интервал показаний омметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 0,1 Ом.

Билет 20

1. Классификация датчиков по виду используемой энергии. Примеры.
2. Основные понятия и определения в области стандартизации. Виды стандартизации.
3. Укажите максимальный модуль показаний вольтметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 0,05 В, значения выше которого при многократных измерениях игнорируются (считаются промахами).

Билет 21.

1. Датчики параметрические. Примеры.
2. Измерение параметров переменного напряжения. Средневыпрямленное значение гармонического сигнала.
3. При измерении действительного напряжения 16 В вольтметр с пределом шкалы 200 В выдал показание 16.384 В. Вычислить абсолютную и относительную погрешности измерения и приведенную погрешность измерителя.

Составитель _____ Кривецкий А.В.
(подпись)

« ____ » _____ 20 __ г.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях», 5
семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: “Применение статистических методов обработки результатов многократных измерений” и “Расчет метрологических характеристик автоматизированных систем сбора”, включает 10 заданий. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

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

Контрольная работа считается **невыполненной**, если студент справился с менее чем 4-мя вопросами. Оценка составляет **0-4** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если студент правильно ответил на 5 вопросов. Оценка составляет **5-6** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если студент правильно ответил на 8 вопросов. Оценка составляет **7-8** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент правильно ответил на все 10 вопросов. Оценка составляет **9-10** 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

1. Найти коэффициент шума системы, представленной последовательным соединением усилителей со следующими параметрами:

где индекс обозначает порядковый номер каскада; — коэффициент усиления по мощности i -го каскада (в раз); — коэффициент шума i -го каскада (в раз).

1. Определить мощность шума на выходе тракта, состоящего из антенны и антенного усилителя при полном отсутствии сигнала в эфире, мощности собственного шума антенны 1 мкВт, коэффициенте усиления по мощности антенного усилителя $G=100$, коэффициенте шума антенного усилителя $F=10$, шумовой полосе тракта .
Тракт работает при температуре окружающей среды 23°C (296°K).

2. Найти отношение сигнал/шум (в раз) на выходе приемного тракта, состоящего из антенны и двухкаскадного усилителя. Отношение сигнал/шум на выходе антенны (входе

усилителя) = 1 (0 дБ). Коэффициенты усиления по мощности и, соответственно, коэффициенты шума усилителей составляют .

3. При измерении действительного напряжения 9.15 В вольтметр с пределом шкалы 100 В выдал показание 9.33 В. Вычислить абсолютную, относительную и приведенную погрешность.

4. При измерении действительной частоты 48,50 Гц частотомер с пределом шкалы 999 МГц выдал показание 49.00 Гц. Определить класс точности прибора.

5. В электронно-счетном измерителе частоты погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки опорного генератора и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемой частоты частоте опорного генератора. Определить абсолютную среднеквадратическую погрешность прибора.

6. В электронно-счетном измерителе длительности периода погрешность измерения обусловлена двумя систематическими составляющими – среднеквадратической погрешностью начальной установки периода опорного генератора и среднеквадратической погрешностью неkratности измеряемого периода периоду опорного генератора. Определить относительную среднеквадратическую погрешность прибора при измерении периода длительностью 10 мкс.

7. Укажите доверительный интервал показаний вольтметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 1 В.

8. Укажите максимальный модуль показаний амперметра, имеющего нормальную случайную абсолютную среднеквадратическую погрешность измерений 0,707 А, значения выше которого при многократных измерениях игнорируются (считаются промахами).

9. Найти среднеквадратическую случайную и систематическую погрешности цифрового вольтметра, на вход которого подано действительное напряжение 4,096 В и получены 10 результатов измерений со значениями: 4,795; 4,758; 4,774; 4,701; 4,186; 4,520; 4,273; 4,709; 4,445; 4,306 [В]

Составитель _____ Кривецкий А.В.
(подпись)

« ____ » _____ 20 __ г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

**Паспорт
расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях», 5
семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны закрепить теоретических знаний, полученные на лекциях.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны

1. Закрепить теоретические знания, полученные на лекциях;
2. Уметь применять теоретические знания на практике;
3. Закрепить навыки расчёта результатов прямых измерений и исключения грубых ошибок;
4. Закрепить навык оценки погрешностей косвенных измерений с использованием результатов многократных прямых измерений.

Обязательные структурные части РГЗ.

- титульный лист
- расчеты с пояснениями и иллюстрациями

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0-9 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 14-16 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 17-20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ

1. Расчет результатов прямых измерений

1.1 Расчет среднеарифметического значения результатов наблюдений

Среднее арифметическое результатов измерений каждого из параметров есть величина

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} x_i \quad (1)$$

где x - измеряемая величина,

$x_0, x_1, x_0, \dots, x_{n-2}, x_{n-1}$ - результаты отдельных измерений, n - число отдельных измерений. Результаты измерений величин приводятся в таблице 1.

Таблица 1 - Среднеарифметические значения

	U[B]	I[A]
$\bar{x}$		

1.2 Расчет среднеквадратического отклонения результатов наблюдений

Оценка **среднеквадратического отклонения результатов единичных измерений** (σ_x):

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Для наблюдений значений среднеквадратические отклонения результатов приводятся в таблице 2.

Таблица 2 - Среднеквадратические отклонения результатов наблюдения

	U[B]	I [A]
σ_x		

1.3 Выявление грубых ошибок

Выявить и исключить грубые ошибки по критерию $\pm 2\sigma$ и произвести расчет среднеквадратического значения и среднеквадратического отклонения без грубых ошибок. Результаты привести в таблицах 4 и 5.

Таблица 3 – Значения грубых ошибок

	U[B]	I[A]
$ x - \bar{x} > 2\sigma$		

Таблица 4 - Среднеарифметические значения без грубых ошибок

	U[B]	I[A]
$\bar{x}$		

Таблица 5 - Среднеквадратические отклонения результатов наблюдения без грубых ошибок

	U[B]	I [A]
σ_x		

1.4 Оценка границ доверительного интервала

Для оценки границ воспользуемся выражением

$$\pm \Delta_{\partial_i} = \pm t_{p,n} \cdot \sigma_{\bar{x}_i}, \quad (3)$$

$$\text{где } \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

- **среднеквадратическое отклонение среднего арифметического значения результатов измерений**; $t_{p,n}$ - коэффициент Стьюдента, выбранный в таблице величин коэффициента Стьюдента для различных значений доверительной вероятности (см. Приложение 1). Найденные границы доверительных интервалов привести в таблице 6.

Таблица 6 – Границы доверительных интервалов для результатов прямых измерений

	U[B]	I [A]
--	------	-------

$\pm \Delta_{\theta}$		
-----------------------	--	--

2. Расчет результатов косвенных измерений

2.1 Расчет среднего значения величины косвенного измерения

Значение величины косвенного измерения находится из средних арифметических значений результатов прямых измерений без грубых ошибок:

Например $\bar{R} = f(\bar{U}, \bar{I}) = \frac{U}{I}$.

2.2 Расчет коэффициентов влияния

Рассчитать абсолютные коэффициенты влияния согласно

$$b_i = \frac{df}{dx_i} \quad (5)$$

Коэффициенты влияния всегда рассчитываются именно для значений наблюдаемых величин.

Найденные коэффициенты влияния занести в таблицу 7.

Таблица 7 – Коэффициенты влияния для результатов прямых измерений

	U [В]	I [А]
b		

2.3 Расчет погрешности результата измерения при доверительной вероятности $P=0,95$

Рассчитывают погрешности результата измерения:

$$\Delta R = \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} (b_i \cdot \Delta_{x_i})^2} \quad (6)$$

где b_i - коэффициент влияния;

Δ_{x_i} – доверительный интервал i – го параметра.

2.4 Определение результата косвенного измерения с указанием его погрешностей при $P = 0,95$

Записать результат косвенного измерения в виде:

$$R = \bar{R} \pm \Delta R \quad (7)$$

Индивидуальные задания

Вариант 1.

$$R = f(U, I) = \frac{U}{I}, n = 128$$

$U = \{66.1623, 31.7407, 63.2482, 44.7133, 61.627, 39.2375, 23.5938, 46.7329, 55.8713, 53.1174, 31.6875, 30.9986, 50.1839, 44.6914, 24.5504, 33.8263, 48.4144, 56.832, 47.4384, 40.6456, 48.8277, 35.7884, 61.5206, 55.9897, 44.2355, 73.9656, 36.6033, 27.0226, 33.7295, 28.5988, 44.7016, 55.7247, 38.6453, 27.0781, 43.7948, 54.3439, 49.1081, 42.306, 70.8627, 55.5967, 34.5965, 56.931, 57.2981, 55.862, 60.4956, 52.6247, 36.7129, 39.9492, 50.0534, 55.6775, 62.007, 57.0196, 53.475, 64.6822, 45.8972, 33.1482, 39.2281, 45.4355, 43.7177, 52.6096, 41.9652, 63.2345, 45.0831, 44.5921, 59.5343, 22.3998, 54.319, 43.9695, 54.6869, 65.9625, 46.7912, 52.7655, 45.4599, 57.9579, 47.4102, 58.167, 62.4191, 54.1396, 56.0066, 62.0783, 45.6925, 52.6098, 75.0622, 65.7765, 51.626, 34.3223, 50.2007, 43.0449, 62.4523, 58.7214, 91.8736, 36.6145, 54.2416, 35.6347, 40.733, 36.2535, 43.8862, 43.2893, 47.3436, 50.1799, 53.9267, 52.6777, 71.4047, 59.1213, 42.77, 48.5335, 50.0757, 38.1026, 39.9007, 45.1365, 38.3572, 56.184, 53.8965, 56.5463, 67.5982, 52.3685, 34.6674, 62.0211, 58.7302, 52.9034, 74.746, 45.26, 73.4053, 51.1474, 75.7446, 55.5644, 39.1766, 34.8676\};$

$I = \{0.378221, 0.318292, 0.556989, 0.515091, 0.477523, 0.584862, 0.520475, 0.492039, 0.598757, 0.319725, 0.515161, 0.521839, 0.567161, 0.33331, 0.484828, 0.78991, 0.62593, 0.578742, 0.371431, 0.600466, 0.434975, 0.563868, 0.542752, 0.494886, 0.659256, 0.566553, 0.465583, 0.536871, 0.612609, 0.540083, 0.550981, 0.441807, 0.412112, 0.394121, 0.62298, 0.615462, 0.529153, 0.220628, 0.611168, 0.53489, 0.408655, 0.477275, 0.465169, 0.364634, 0.535543, 0.486147, 0.502742, 0.363475, 0.433885, 0.641333, 0.501122, 0.406719, 0.587702, 0.525622, 0.497679, 0.410645, 0.683192, 0.571165, 0.465381, 0.381384, 0.546294, 0.4213, 0.355929, 0.34423, 0.420321, 0.378403, 0.491082, 0.056036, 0.706061, 0.529185, 0.397187, 0.577061, 0.679672, 0.420134, 0.485414, 0.838465, 0.387011, 0.330247, 0.594807, 0.365053, 0.388959, 0.564906, 0.554009, 0.509958, 0.47777, 0.368717, 0.364264, 0.65656, 0.776653, 0.347004, 0.446285, 0.442256, 0.451275, 0.402672, 0.557921, 0.495769, 0.883311, 0.278681, 0.315113, 0.267483, 0.227517, 0.478001, 0.50958, 0.609393, 0.535833, 0.377084, 0.616434, 0.493059, 0.588506, 0.543939, 0.599961, 0.398233, 0.65906, 0.435793, 0.274726, 0.426856, 0.379287, 0.480639, 0.466561, 0.489547, 0.435909, 0.394488, 0.458616, 0.621567, 0.582095, 0.350478, 0.625293, 0.512849\};$

Составитель _____ Кривецкий А.В.
(подпись)

« ____ » _____ 20 __ г.

1.