

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 и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах

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

Курс: 4, семестр : 7

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	98
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	36
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
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
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, вариативная, по выбору студента

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 НГТУ: ПК.37.В способность к построению, настройке, регулировке и испытаниям систем радиоэлектроники и связи; в части следующих результатов обучения:
з26. знать методы контроля и анализа качества телекоммуникационных систем
з27. знать методы и средства измерений цифровых трактов сети
у20. уметь осуществить постановку задачи измерений и технического контроля в телекоммуникационных системах

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 электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах</i>	
ПК.37.В.з26 знать методы контроля и анализа качества телекоммуникационных систем	
1.знать методы контроля и анализа качества телекоммуникационных систем	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.способность к построению, настройке, регулировке и испытаниям систем радиоэлектроники и связи	Самостоятельная работа
ПК.37.В.з27 знать методы и средства измерений цифровых трактов сети	
3.знать методы и средства измерений цифровых трактов сети	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.37.В.у20 уметь осуществить постановку задачи измерений и технического контроля в телекоммуникационных системах	
4.уметь осуществить постановку задачи измерений и технического контроля в телекоммуникационных системах	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
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	3	Основные понятия метрологии. Формально-логические основания измерений. Основные термины и определения. Измерения и физические величины. Шкалы измерений. Международная система (СИ). Единиц 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, 4	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, 4	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	3	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, математиче-ские модели	0	2	3	1 Понятие об измерении как о физическом эксперименте в процессе сравнения изме-ряемой величины с некоторым ее значени-ем, принятым за единицу измерения. Мате-матические модели процесса измерения. Обобщенное представление измеряемого сигнала с учетом аддитивных и мультипли-кативных помех. Математические модели средств измерений (измерительные прибо-ры и преобразователи). 2 Основное уравнение измерений. Методы измерений: прямого сравнения, дифферен-циальный, нулевой, замещения, совпадений. Понятия прямых, косвенных и совместных изме-рений. Однократные и многократные изме-рения.
--	---	---	---	--

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	3	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	1, 4	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	1, 4	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 Государства РФ
9. Заключение	0	2	3	Перспективы научного развития метрологии, стандартизации и сертификации

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Основы стандартизации, особенности сертификации аппаратуры связи различного назначения, сертификация средств измерений.				
1. Параметры и характеристики устройств и систем связи.	0	4	4	Знакомство с параметрами и характеристиками систем связи
2. Разработка структурной схемы информационно-измерительной системы.	0	4	1, 4	
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	1, 4	Лабораторная работа

4. Сертификация аппара-туры связи	0	4	1, 4	Лабораторная работа
Дидактическая единица: Принципы построения и особенности средств измерений (СИ) основных электрических и радиотехнических величин; принципы построения цифровых СИ; автоматизация измерений;				
5. Разработка и аттеста-ция МВИ параметров (характеристик) эле-ментарного блока	0	4	1, 4	Разработка и аттеста-ция МВИ параметров (характеристик) эле-ментарного блока
6. Применение стати-стических методов обработки результа-тов многократных измерений.	0	4	1, 4	Применение стати-стических методов обработки результа-тов многократных измерений.
Дидактическая единица: Метрология, стандартизация и сертификация.				
7. Исследования моде-лей метрологической надежности средств измерений (СИ)	0	4	1, 4	Лабораторная работа
8. Исследование методов выбора средств изме-рения по критериям точности и экономической эф-фективности	0	4	1, 4	Исследование методов выбора средств изме-рения по критериям точности и экономической эф-фективности
9. Метрологическая Экспертиза проектной документации	0	4	1, 4	Метрологическая Экспертиза проектной документации

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Основы стандартизации, особенности сертификации аппаратуры связи различного назначения, сертификация средств измерений.				
1. Параметры и характе-ристики устройств и систем связи.	2	2	3	Проводит анализ стандартных па-раметров и характеристик уст-ройств и систем связи (многока-нальных телекоммуникационных систем), подлежащих оценке (изме-рительному контролю).
2. Разработка структурной схемы информационно-измерительной систе-мы.	2	2	1, 4	Овладевает принципами построе-ния автоматических информацион-но-измерительн ых систем и их применения в многоканальных те-лекоммуникационных системах.
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.	2	2	4	Приобретает опыт составления планов, программ и методик вы-полнения измерений с учетом тре-бований стандартов и НД государ-ственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ)

4. Сертификация аппара-туры связи	2	2	1, 4	Знакомится с требованиями гостов и др. НД и сертификации аппарату-ры связи, сертификационными ис-пытаниями. Оформляет сертификационные до-кументы.
Дидактическая единица: Принципы построения и особенности средств измерений (СИ) основных электрических и радиотехнических величин; принципы построения цифровых СИ; автоматизация измерений;				
5. Разработка и аттеста-ция МВИ параметров (характеристик) эле-ментарного блока	2	2	1, 4	- Изучает назначение характери-сти-ки (параметры) электрического устройства (блока), подлежащего измерительному контролю. - Выбирает и обосновывает номенк-латуру измеряемых параметров и характеристик, методы их изме-рения (включая стандартные мето-ды), обосновывает требуемые по-грешности измерений. - Проводит эксперимент. - Оформляет протоколы - Оформляет МВИ и аттестат на нее в соответствии с требованиями стандартов и НД ГСИ.
6. Применение стати-стических методов обработки результа-тов многократных измерений.	2	2	1, 4	Проведение моделирования процессов измерений для различных законов распределения погрешностей изме-рений на ЭВМ. Решение задачи оценок параметров объекта измерений, определение объемов выборок, доверительных интервалов и доверительных вероятностей при заданных условиях решаемых задач.
Дидактическая единица: Метрология, стандартизация и сертификация.				
7. Исследования моде-лей метрологической надежности средств измерений (СИ)	2	2	1, 4	- Знакомится с понятиями метроло-гической надежности СИ. - математическими моделями изме-нения метрологических характеристик (МХ) во времени. - Исследует выбранную модель и определяет межповерочные интер-валы для СИ.

8. Исследование методов выбора средств измерения по критериям точности и экономической эффективности	2	2	4	В соответствии с МВИ и требуемыми погрешностями обосновывается состав средств Измерения при условии экономической эффективности их применения. Выбирает схемы поверки (калибровки) СИ
9. Метрологическая Экспертиза проектной документации	2	2	1, 3, 4	Знакомится с методами проведения метрологической экспертизы технической документации по МИ2267-2000.

Таблица 3.4

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
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	3	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: 7				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4	6	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				
2	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				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	6	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				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	3	16	0

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : 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.

Подробная информация о БРС приводится в Приложении №1 к рабочей программе.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Лабораторная:</i>	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Дубов Г. М. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учебное пособие [для студентов вузов, обучающихся по специальности 220501 "Управление качеством"] / Г. М. Дубов, Д. М. Дубинкин ; ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". - Кемерово, 2011. - 224 с. - N90506."		
<i>Практические занятия:</i>	5	10
Контролирующие материалы приводятся в "Дубов Г. М. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учебное пособие [для студентов вузов, обучающихся по специальности 220501 "Управление качеством"] / Г. М. Дубов, Д. М. Дубинкин ; ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". - Кемерово, 2011. - 224 с. - N90506."		
<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	
		Защита РГЗ	Экзамен
	ПК.37.В 326. знать методы контроля и анализа качества телекоммуникационных систем	+	+
	ПК.37.В 327. знать методы и средства измерений цифровых трактов сети		+
	ПК.37.В у20. уметь осуществить постановку задачи измерений и технического контроля в телекоммуникационных системах		+

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. Пудовкин А.П. Метрология и радиоизмерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.П. Пудовкин, Ю.Н. Панасюк. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2011. — 81 с. — 978-5-8265-1052-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64113.html>

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. 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. Дубов Г. М. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учебное пособие [для студентов вузов, обучающихся по специальности 220501 "Управление качеством"] / Г. М. Дубов, Д. М. Дубинкин ; ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". - Кемерово, 2011. - 224 с. - N90506.

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)	Проектор

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	практические и лабораторные занятия

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

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах

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

Новосибирск 2017

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

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Метрология и электроизмерения в телекоммуникационных системах 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)
ПК.37.В способность к построению, настройке, регулировке и испытаниям систем радиоэлектроники и связи	з26. знать методы контроля и анализа качества телекоммуникационных систем	Исследование методов выбора средств измерения по критериям точности и экономической эффективности Исследования моделей метрологической надежности средств измерений (СИ) Метрологическая Экспертиза проектной документации Основы сертификации Основы стандартизации Применение статистических методов обработки результатов многократных измерений. Разработка и аттестация МВИ параметров (характеристик) элементарного блока Разработка методик выполнения измерений (МВИ). Аттестация, стандартизация и метрологический надзор. Разработка планов, программ и методик выполнения измерений параметров устройств и систем связи. Разработка структурной схемы информационно-измерительной системы. Сертификация аппаратуры связи Теория оценки качества измерений. 4.1. Теория погрешностей. 4.2 Статистические методы и алгоритмы обработки	РГЗ	Экзамен, вопросы 1-21

		результатов многократных измерений.		
ПК.37.В	з27. знать методы и средства измерений цифровых трактов сети	Введение в курс. Основные понятия, термины и определения, основные принципы измерений Заключение Методы и средства измерений, математические модели Метрологическая Экспертиза проектной документации Параметры и характеристики устройств и систем связи. 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. Система обеспечения единства измерений		Экзамен, вопросы 1-21
ПК.37.В	у20. уметь осуществить постановку задачи измерений и технического контроля в телекоммуникационных системах	Исследование методов выбора средств измерения по критериям точности и экономической эффективности Исследования моделей метрологической надежности средств измерений (СИ) Метрологическая Экспертиза проектной документации Основы		Экзамен, вопросы 1-21

		сертификации Основы стандартизации Параметры и характеристики устройств и систем связи. Применение статистических методов обработки результатов многократных измерений. Разработка и аттестация МВИ параметров (характеристик) элементарного блока Разработка методик выполнения измерений (МВИ). Аттестация, стандартизация и метрологический надзор. Разработка планов, программ и методик выполнения измерений параметров устройств и систем связи. Разработка структурной схемы информационно-измерительной системы. Сертификация аппаратуры связи Теория оценки качества измерений. 4.1. Теория погрешностей. 4.2 Статистические методы и алгоритмы обработки результатов многократных измерений.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.37.В.

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Список билетов приведен ниже.

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

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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 компетенции ПК.37.В, 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 и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах», 7 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 и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах»

Билет 1

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 $\Delta F = 10$ 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) $P_{с.сх}/P_{ш.сх} = 1$ (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]

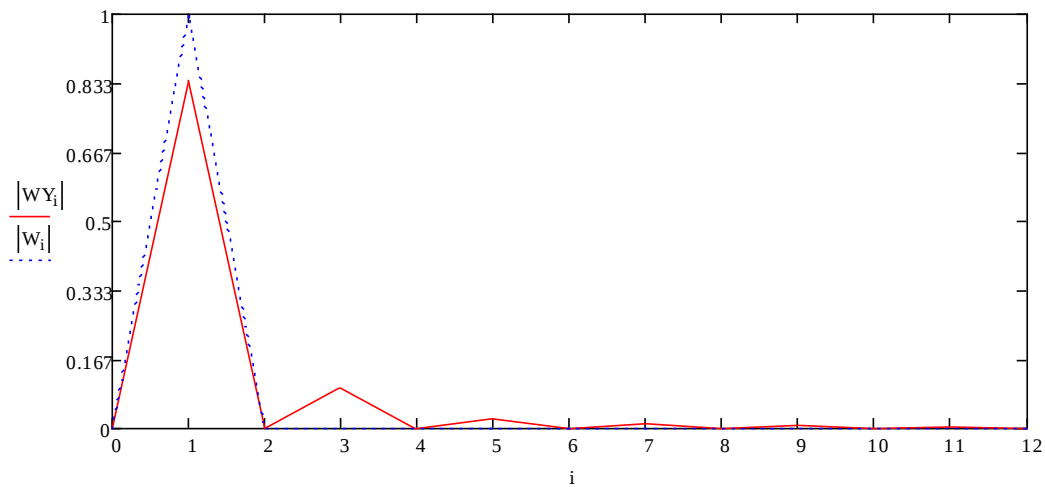
Билет 11

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) $P_{с.сх} / P_{ш.сх} = 1$ (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.

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 и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах», 7 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:

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

где b_i - коэффициент влияния;

$\Delta_{P_{x_i}}$ – 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.