

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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Метрология

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:
Микросистемная техника

Курс: 2, семестр : 4

Факультет радиотехники и электроники,

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

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №177 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 31.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

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

Программу разработал:

старший преподаватель, Романова Т. С.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Гайслер В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гайслер В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; в части следующих результатов обучения:
32. знать методы обработки экспериментальных данных современными программными пакетами
Компетенция ФГОС: ПК.2 готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; в части следующих результатов обучения:
314. знать основы метрологии
316. знать основные методы и средства измерения физических величин
318. владеть методами обработки и оценки погрешности результатов измерений
у8. уметь применять методы и средства измерения физических величин

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Метрология	
ПК.2.314 знать основы метрологии	
1. Основные методы и средства измерения физических величин	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.316 знать основные методы и средства измерения физических величин	
2. Основы метрологии	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.318 владеть методами обработки и оценки погрешности результатов измерений	
3. Навыками проведения измерений и обработки экспериментальных данных	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.у8 уметь применять методы и средства измерения физических величин	
4. Стандартные методы оценок погрешностей измерений при разработке МВИ и методы выбора средств измерений	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.5.32 знать методы обработки экспериментальных данных современными программными пакетами	
5. знать методы обработки экспериментальных данных современными программными пакетами	Лекции; 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: 4				
Дидактическая единица: Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений				
1. Общие сведения о метрологии. Основные понятия и определения.	0	2	1, 2, 5	лекция
2. Погрешности измерений. Классификация погрешностей.	0	2	1, 2, 4, 5	лекция
3. Вероятностный подход к описанию погрешностей	0	2	1, 4, 5	лекции
4. Виды и методы измерений	0	2	1, 3, 4, 5	лекция

5. Характеристика средств измерений	0	2	1, 2, 4	лекция
7. Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме	0	2	1, 2, 4	лекции
8. Меры, измерительные преобразователи	0	2	1, 3	лекция
13. Приборы для измерений параметров электрических цепей	0	2	1, 3	лекция
17. Термочувствительные преобразователи (терморезисторы)	0	2	1, 4	лекции
18. Нанометрология	0	2	2, 3, 4	лекция
Дидактическая единица: Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения				
6. Сигналы измерительной информации	0	2	1, 4	лекция
9. Электромеханические приборы	0	2	1, 3	лекции
10. Средства измерений в динамическом режиме	0	2	1, 3	лекции
14. Мосты и компенсаторы	0	2	1, 4	лекция
15. мосты переменного тока для измерения емкости, угла потерь, индуктивности и добротности	0	2	1, 4	лекция
16. Измерения силы токов и напряжений	0	2	1, 3	лекции
Дидактическая единица: Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений				
12. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)	0	2	2, 4	лекции
Дидактическая единица: Структура и функции метрологической службы организаций, являющихся юридическими лицами				
11. Государственная метрологическая служба	0	2	2, 4	лекция

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений				
1. Вводное занятие	0	2	2, 3, 5	лабораторная работа
2. Мостовые методы измерения	0	4	1, 3, 5	лабораторная работа
Дидактическая единица: Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения				
2. Измерительные приборы для исследования электрических величин	0	4	3, 4, 5	лабораторная работа
4. Измерение переменных электрических сигналов при помощи осциллографа	0	4	1, 2, 3, 5	лабораторная работа

5. Расчет неопределенностей результата измерений в физическом эксперименте	0	4	1, 4	лабораторная работа
--	---	---	------	---------------------

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений				
1. Русская система мер	0	4	1, 4	самостоятельная работа
2. Атомно-силовая микроскопия	0	6	3	самостоятельная работа
3. Немецкологические характеристики	0	4	1, 2	самостоятельная работа
4. Методы измерения электрофизических параметров полупроводниковых пластин и структур	0	13	1, 3	самостоятельная работа
5. Методы измерения толщины эпитаксиальных слоев и глубины диффузионных областей	0	10	1, 4	самостоятельная работа

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	Контрольная работа №1 и №2	3, 4	5	0
подготовка к контрольным работам по пройденным темам: Основы метрологии : методическое руководство к лабораторным работам для 2, 3 курсов АВТФ, РЭФ, ФТФ, ЭМФ, ЭЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. К. Береснев и др.]. - Новосибирск, 2006. - 58, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3212.rar				
2	РГЗ	1, 2, 3, 4	5	5
Расчет неопределенностей результата измерений в физическом эксперименте: Основы метрологии : методическое руководство к лабораторным работам для 2, 3 курсов АВТФ, РЭФ, ФТФ, ЭМФ, ЭЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. К. Береснев и др.]. - Новосибирск, 2006. - 58, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3212.rar Основы метрологии : [программа, методические указания, вопросы для самопроверки и контрольные задания для 2 и 3 курсов технических факультетов заочной формы обучения] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Г. Матушкин]. - Новосибирск, 2008. - 62, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3599.rar				
3	Подготовка к занятиям	2, 3	0	0
подготовка к занятиям: Основы метрологии : [программа, методические указания, вопросы для самопроверки и контрольные задания для 2 и 3 курсов технических факультетов заочной формы обучения] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Г. Матушкин]. - Новосибирск, 2008. - 62, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3599.rar				
4	Подготовка к занятиям	2, 3, 4, 5	0	0
изучение теоретического материала: Основы метрологии : методическое руководство к лабораторным работам для 2, 3 курсов АВТФ, РЭФ, ФТФ, ЭМФ, ЭЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. К. Береснев и др.]. - Новосибирск, 2006. - 58, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3212.rar				
5	Дополнительная учебная деятельность	2, 4	0	0

: Основы метрологии : [программа, методические указания, вопросы для самопроверки и контрольные задания для 2 и 3 курсов технических факультетов заочной формы обучения] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Г. Матушкин]. - Новосибирск, 2008. - 62, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3599.rar Прямое статистическое измерение поверхностной плотности теплового потока с использованием спирального термоприемника и оценка погрешности результата измерения : методические указания к лабораторной работе и расчетно-графической работе по курсу "Метрология" для специальности 140100 и 210200 дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Пак, А. В. Сафронов]. - Новосибирск, 2011. - 33, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_4019.pdf				
6	Подготовка к аттестации	2, 3, 4	0	0
подготовка к тесту, подробная информация приведена в приложении №2 : Основы метрологии : [программа, методические указания, вопросы для самопроверки и контрольные задания для 2 и 3 курсов технических факультетов заочной формы обучения] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Г. Матушкин]. - Новосибирск, 2008. - 62, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3599.rar				
7	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 2, 3, 4	37	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 , подробная информация приведена в приложении №2 : Основы метрологии : методическое руководство к лабораторным работам для 2, 3 курсов АВТФ, РЭФ, ФТФ, ЭМФ, ЭЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. К. Береснев и др.]. - Новосибирск, 2006. - 58, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3212.rar Основы метрологии : [программа, методические указания, вопросы для самопроверки и контрольные задания для 2 и 3 курсов технических факультетов заочной формы обучения] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Г. Матушкин]. - Новосибирск, 2008. - 62, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3599.rar				

5. Технология обучения

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

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Дискуссия
Краткое описание применения: Дискуссия о погрешностях и неопределенностях	
Подробная информация об использовании технологии приводится в приложении №4"Основы метрологии : методическое руководство к лабораторным работам для 2, 3 курсов АВТФ, РЭФ, ФТФ, ЭМФ, ЭЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. К. Береснев и др.]. - Новосибирск, 2006. - 58, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3212.rar "	

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: 4		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i>	2	3
<i>Лекция:</i>	0	15
<i>Лабораторная:</i>	8	16
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Основы метрологии : методическое руководство к лабораторным работам для 2, 3 курсов АВТФ, РЭФ, ФТФ, ЭМФ, ЭЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. К. Береснев и др.]. - Новосибирск, 2006. - 58, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3212.rar		
<i>Контрольные работы:</i>	8	16
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Основы метрологии : методическое руководство к лабораторным работам для 2, 3 курсов АВТФ, РЭФ, ФТФ, ЭМФ, ЭЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. К. Береснев и др.]. - Новосибирск, 2006. - 58, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3212.rar		
<i>РГЗ:</i>	15	30
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Основы метрологии : [программа, методические указания, вопросы для самопроверки и контрольные задания для 2 и 3 курсов технических факультетов заочной формы обучения] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Г. Матушкин]. - Новосибирск, 2008. - 62, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3599.rar		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (тесты) приводятся в "Основы метрологии : [программа, методические указания, вопросы для самопроверки и контрольные задания для 2 и 3 курсов технических факультетов заочной формы обучения] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Г. Матушкин]. - Новосибирск, 2008. - 62, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3599.rar		

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 Л/Р	Контр. раб.	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.5	32. знать методы обработки экспериментальных данных современными программными пакетами			+	+
ПК.2	314. знать основы метрологии	+	+	+	+
	316. знать основные методы и средства измерения физических величин	+	+	+	+
	318. владеть методами обработки и оценки погрешности результатов измерений	+	+	+	+
	у8. уметь применять методы и средства измерения физических величин	+	+	+	+

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

7. Литература

Основная литература

1. Окрепилов В. В. Стандартизация и метрология в нанотехнологиях / В. В. Окрепилов. - СПб, 2008. - 263 с. : схемы, табл., ил.
2. Метрология, стандартизация, сертификация : учебное пособие / А. И. Аристов [и др.]. - М., 2012. - 255, [1] с. : черт., табл. + 1 CD-ROM.
3. Крылова Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник для вузов / Г. Д. Крылова. - М., 2007. - 671 с.

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. Основы метрологии : методическое руководство к лабораторным работам для 2, 3 курсов АВТФ, РЭФ, ФТФ, ЭМФ, ЭЭФ всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. В. К. Береснев и др.]. - Новосибирск, 2006. - 58, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2006/2006_3212.rar
2. Основы метрологии : [программа, методические указания, вопросы для самопроверки и контрольные задания для 2 и 3 курсов технических факультетов заочной формы обучения] / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. Г. Г. Матушкин]. - Новосибирск, 2008. - 62, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3599.rar>
3. Прямое статистическое измерение поверхностной плотности теплового потока с использованием спирального термоприемника и оценка погрешности результата измерения : методические указания к лабораторной работе и расчетно-графической работе по курсу "Метрология" для специальности 140100 и 210200 дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Пак, А. В. Сафронов]. - Новосибирск, 2011. - 33, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_4019.pdf

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Используется для практических занятий и тестирования

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Комплект мультимедийного оборудования	Используется для чтения лекций и проведения семинарских занятий

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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталеv
“ ” 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:
Микросистемная техника

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

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

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	з2. знать методы обработки экспериментальных данных современными программными пакетами	Вводное занятие Общие сведения о метрологии. Основные понятия и определения. Погрешности измерений. Классификация погрешностей.	РГЗ	Зачет (в тестовой форме)
ПК.2/НИ готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	з14. знать основы метрологии	Вероятностный подход к описанию погрешностей Виды и методы измерений Измерение переменных электрических сигналов при помощи осциллографа Измерения силы токов и напряжений Меры, измерительные преобразователи Методы измерения толщины эпитаксиальных слоев и глубины диффузионных областей Мостовые методы измерения Мосты и компенсаторы мосты переменного тока для измерения емкости, угла потерь, индуктивности и добротности Общие сведения о метрологии. Основные понятия и определения. Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Приборы для измерений параметров электрических цепей Расчет неопределенностей результата измерений в физическом эксперименте Сигналы измерительной информации Средства измерений в динамическом режиме Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме Термочувствительные преобразователи (терморезисторы) Характеристика средств измерений Электромеханические приборы	Контрольные работы. Отчет по лабораторной работе. РГЗ	Зачет (в тестовой форме)

ПК.2/НИ	з16. знать основные методы и средства измерения физических величин	Вводное занятие Государственная метрологическая служба Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) Измерение переменных электрических сигналов при помощи осциллографа Нанометрология Общие сведения о метрологии. Основные понятия и определения. Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме Характеристика средств измерений	Контрольные работы. Отчет по лабораторной работе. РГЗ	Зачет (в тестовой форме)
ПК.2/НИ	з18. владеть методами обработки и оценки погрешности результатов измерений	Вводное занятие Виды и методы измерений Измерения силы токов и напряжений Измерительные приборы для исследования электрических величин Меры, измерительные преобразователи Мостовые методы измерения Нанометрология Приборы для измерений параметров электрических цепей Средства измерений в динамическом режиме Электромеханические приборы	Контрольные работы. Отчет по лабораторной работе. РГЗ	Зачет (в тестовой форме)
ПК.2/НИ	у8. уметь применять методы и средства измерения физических величин	Вероятностный подход к описанию погрешностей Виды и методы измерений Государственная метрологическая служба Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) Измерительные приборы для исследования электрических величин Мосты и компенсаторы мосты переменного тока для измерения емкости, угла потерь, индуктивности и добротности Нанометрология Погрешности измерений. Классификация погрешностей. Сигналы измерительной информации Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме Термочувствительные преобразователи (терморезисторы) Характеристика средств измерений	Контрольные работы. Отчет по лабораторной работе. РГЗ	Зачет (в тестовой форме)

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.5, ПК.2/НИ.

Зачет проводится в тестовой форме. Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

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

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (РГЗ), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, лабораторным работам состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ, 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, ПК.2/НИ, 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. (0 – 49)

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. (50 -72)

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

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

Паспорт зачета

по дисциплине «Метрология», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по тестам. В тесте вопросы из пройденных тем занятий. Тест проводится 30 минут и содержит 30 вопросов. Студент должен ответить правильно на 23 вопроса и выше. Максимальный балл за прохождения теста для зачета-20 баллов. Повторное прохождение теста не предусмотрено, пересдача проводится устно по вопросам преподавателя.

Пример теста для зачета

Вариант №1

1. Метрология – это:

- а) наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их способах достижения требуемой точности.
- б) наука о единстве измерений
- в) наука о точности и единстве измерений

2. Истинное значение измеряемой величины - это:

- а) значение величины свободное от ошибок
- б) значение величины, измеренное с допустимой ошибкой

3. Действующее значение- это:

- а) значение величины свободное от ошибок
- б) значение величины, измеренное с допустимой ошибкой

4. Какие существуют систематические погрешности измерения:

- а) методические
- б) дополнительные
- в) инструментальные
- г) субъективные

5. Какое количество общепринятых основных единиц измерений используется в России?

- а) 10
- б) 7
- в) 12

6. Образцовые средства измерений предназначены для:

а) обеспечения единства измерений в стране

б) сравнения образцов

7. Что называют погрешностью измерения?

а) отклонение результата от полученного значения величины

б) отклонение результата от истинного значения измеряемой величины

8. Какие различают виды средств измерений:

а) меры

б) измерительные приборы

в) измерительные преобразователи

г) измерительные установки

д) шунты

е) измерительные системы

2. Критерии оценки

- Ответ на тест для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы теста допускает принципиальные ошибки, оценка составляет **0-9 баллов**.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы теста допускает не принципиальные ошибки и набирает от **10-13 баллов**.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы теста допускает не принципиальные ошибки и набирает от **14-17 баллов**.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы теста не допускает принципиальных ошибок оценка составляет от **18 - 20 баллов**.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

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

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Метрология»

Вопросы к зачету по дисциплине «Метрология»

1. Основные понятия и определения метрологии.
2. Виды и методы средств измерений.
3. Погрешности измерений.
4. Классификация погрешностей.
5. Характеристики средств измерений.
6. Сигналы измерительной информации
7. Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме.
8. Меры, измерительные преобразователи и электромеханические приборы.
9. Государственная система обеспечения единства измерений.
10. Цели и задачи ГСИ.

11. Электромеханические приборы.
12. Электромагнитные приборы.
13. Цифровые вольтметры.
14. Ответственность в России за нарушение требований стандартов.
15. Закон об обеспечении единства измерений.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Метрология», 4 семестр

1. Методика оценки

По дисциплине проводится 2 контрольных работы по темам лекций, каждая работа включает 8 заданий, выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Контрольные работы оцениваются в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если Оценка составляет **от 0 – 7** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если Оценка составляет от 8 - 10 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если Оценка составляет от 11 – 13 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если Оценка составляет **от 14 – 16** 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:

Контрольная работа №1

Вариант №1

1. Назовите метод измерения, соответствующий алгоритмам:

а) $U = k \cdot U_0$

б) $U = f(I, R)$

в) $U = f(I, R)$

$R = k \cdot R$

а) косвенный, б) совместный. в) прямой

2. Приведите численные значения и условные обозначения кратных и дольных единиц:

Микро, Гига, Пико, Нано, Зето, Дека.

3. Для классов точности измерительного прибора (ИП):

0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 определить наибольшую абсолютную и относительную погрешности, используя выражения

а) $\Delta_{пр} = (A_x - A) / A_m < \delta_{кп}$

б) $\delta = \Delta A / A$,

где $\delta_{кп}$ - погрешность, определяемая классом точности прибора;

A_x – измеренное значение;
 A – номинальное значение;
 A_m – конечное значение рабочей шкалы

4. Какие виды средств измерений Вы знаете?
5. Поясните различие между терминами «Измерительный прибор» и «Измерительный преобразователь»?
6. Определите абсолютную погрешность измерения напряжения, если при показании вольтметра 100В относительная погрешность равна $\pm 2\%$.
7. В чем различие понятий «Чувствительность» и «Порог чувствительности»?
8. Чем отличается методическая погрешность от инструментальной?

Контрольная работа №2

Вариант №1

1. Что называют поверкой средств измерений?
2. Какие виды сигналов Вы знаете? (Назовите основные виды).
3. Нарисуйте структурную схему уравнивающего преобразования.
4. Из какого материала изготавливают катушки сопротивления?
5. Что относят к многозначным мерам?
6. Какие метрологические характеристики предназначены для определения погрешностей?
7. Какие задачи выполняет метрологический контроль?
8. Что относится к метрологическим показателям средства измерений?

**Паспорт
расчетно-графического задания**

по дисциплине «Метрология», 4 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать погрешности с точки зрения измеряемой величины у стрелочных приборов. Дать описание однократных и многократных измерений.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести анализ измерительного прибора, описать его основные характеристики, выбрать и обосновать как выбираются пределы измерения для аналоговых приборов. Расчетно-графическое задание оценивается в 30 баллов.

Пример задания для РГЗ

1. Провести анализ характеристик многопредельного прибора. Определить показания прибора.
2. Записать результат измерения с учетом абсолютной и относительной погрешности.

Исходные данные			
№ варианта	Диапазон измерений	Класс точности	Результаты измерений
1	(0.....10) В	0,1	1; 2;4; 5;6; 8; 10 В
2	(0.....10) В	0,15	
3	(0.....10) В	0,25	
4	(0.....10) В	0,4	
5	(0.....10) В	0,5	
6	(0.....10) В	1	

3. Пример 2

Определить сопротивление резистора, измеренное методом вольтметра-амперметра (рисунок 3). Показания приборов приведены на рисунке 4. Определить абсолютную и относительную неопределенность измерения сопротивления.

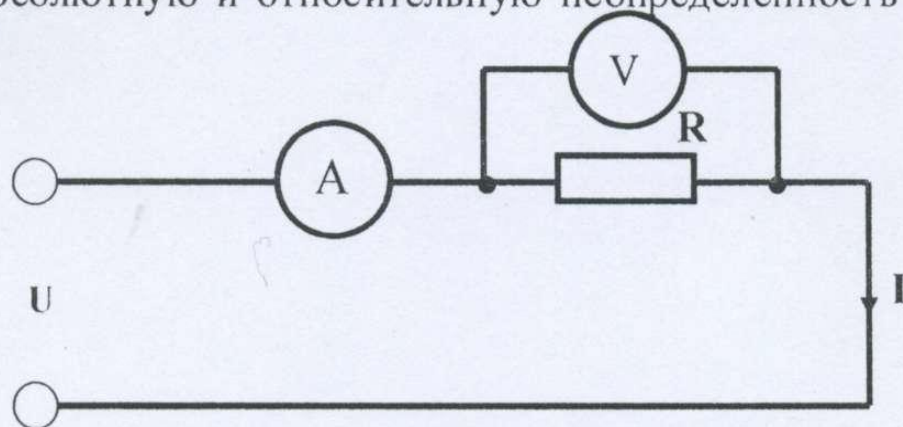


Рисунок 3 - Схема измерения сопротивления

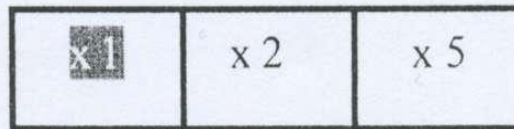
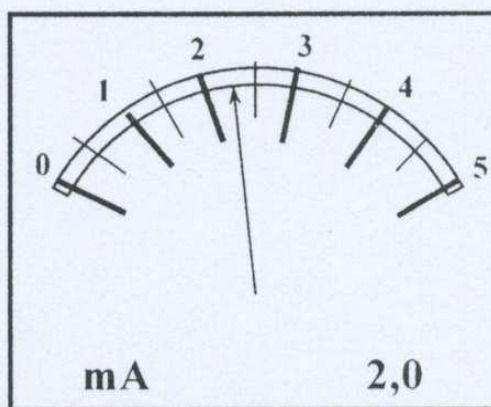
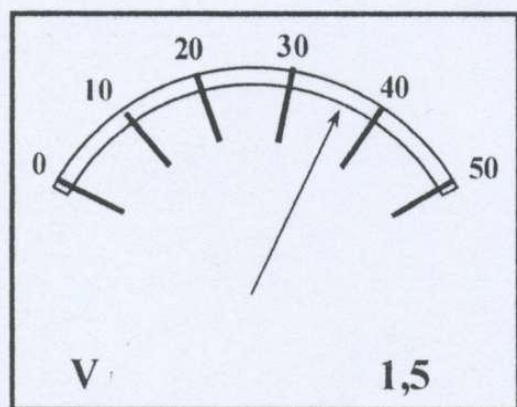


Рисунок 4 - Показания приборов

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 0 - 14 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет от 15 - 19 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, аппаратные

средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет от 20 - 25 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 от 26 - 30 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, 15 баллов (из 30 возможных)

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

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

Паспорт

лабораторных работ

по дисциплине «Метрология», 4 семестр

1. Методика оценки

В курсе предусмотрены 4-е лабораторных работы. Защита лабораторной работы проводится после выполнения лабораторной работы и предоставления отчета по лабораторной работе в устной форме, по вопросам преподавателя. В ходе защиты преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы, касающиеся методики измерения и порядка выполнения работы. К выполнению лабораторных работ следует приступать после изучения необходимого материала по данной теме из рекомендованной литературы. Все измерения проводить в соответствии с правилами техники безопасности. Отчет должен содержать: 1) цель работы, 2) таблицу, содержащую прямые и косвенные измерения, 3) графики полученных зависимостей, 4) расчет необходимых параметров и выводы, в которых должны быть приведены расчетные параметры и анализ полученных зависимостей. Графики следует рисовать на миллиметровой бумаге с помощью чертежных инструментов или на компьютере в соответствующей программе. На осях координат должны быть указаны откладываемые значения и единицы их измерения. Порядок выполнения и номера лабораторных работ определяется номером в групповом журнале.

Темы лабораторных работ:

1. Вводное занятие. Прямые и косвенные измерения.
2. Мостовые методы измерения.
3. Измерительные приборы для исследования электрических величин.
4. Измерение переменных электрических сигналов при помощи осциллографа.

2. Критерии оценки лабораторной работы

Работа считается не выполненной, если не проведены необходимые измерения, не определены необходимые параметры, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, не владеет методикой измерения, оценка составляет от 0 до 7 баллов.

Работа считается выполненной на пороговом уровне, если произведены необходимые измерения, определены необходимые параметры, но в расчетах допущены ошибки, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет от 8 - 10 баллов.

Работа считается выполненной на базовом уровне, если произведены необходимые измерения, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, лежащих в основе принципа действия приборов квантовой и оптической электроники, может представить качественные и количественные характеристики данных процессов, определенные из данных, полученных в результате выполнения лабораторной работы, оценка составляет от 11- 13 баллов.

Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если студент уверенно владеет методикой измерения необходимых характеристик и может представить качественные и количественные параметры, определенные из данных, полученных в результате выполнения лабораторной работы, при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ параметров приборов квантовой и оптической электроники, выявляет проблемы, предлагает методы повышения параметров приборов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет от 14- 16 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за лабораторные работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины 8 баллов (из 16 возможных).

Образец титульного листа лабораторной работы

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

Лаборатория №119

Лабораторная работа №. 2

Мостовые методы измерения

Выполнил:

Иванов И.И

Группа:

РМС7 - 61

Дата

Принял:

Преподаватель:

Новосибирск