

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

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Метрология

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 3, семестр : 5

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	66
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	10
10	Самостоятельная работа, час.	42
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ССОД, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

старший преподаватель, Каспер А. Э.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Прохоренко Е. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
з3. знать способы оценки погрешности косвенных измерений	
у3. уметь проводить исследования точностных и эксплуатационных показателей информационных и силовых систем	
Компетенция ФГОС: ПК.8 способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные единицы и методы измерения электрических величин	
у1. уметь осуществлять измерения с помощью аналоговых и цифровых измерительных приборов	

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</i>	
ПК.1.з3 знать способы оценки погрешности косвенных измерений	
1.з3. знать способы оценки погрешности косвенных измерений	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.у3 уметь проводить исследования точностных и эксплуатационных показателей информационных и силовых систем	
2.у3. уметь выбрать измерительную аппаратуру при требуемой погрешности	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.з1 знать основные единицы и методы измерения электрических величин	
3.з1. знать основные единицы и методы измерения электрических величин	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.у1 уметь осуществлять измерения с помощью аналоговых и цифровых измерительных приборов	
4.у1. уметь осуществлять измерения с помощью аналоговых и цифровых измерительных приборов	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Научная и законодательная метрология.			

1. Метрология. Теоретические основы метрологии. Количественные и качественные свойства объектов. Основные понятия и определения. Средства измерений. Результат измерения. Многократные измерения. Погрешности измерений, источники погрешностей. Обработка результатов измерений. Основные положения. Научная и законодательная метрология. Правовые основы закона РФ " Об обеспечении единства измерений". Структура метрологической службы в стране, на предприятии, в организациях, являющихся юридическими лицами, ее функции. Метрологическое обеспечение, эталоны, образцовые и рабочие меры, поверочные схемы, государственные метрологические лаборатории, измерительная аппаратура и другие средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений, их нормирование.	0	6	1, 3
Дидактическая единица: Средства измерения электрических величин.			
2. Сигналы измерительной информации - напряжения, токи - их разновидности; импульсы. Помехи.	0	4	3
3. Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме - средств прямого преобразования и компенсационного типа; их аддитивная и мультипликативная погрешности. Средства измерений в динамическом режиме - звенья первого и второго порядков; динамическая погрешность.	0	4	1, 3
4. Средства измерения электрических величин. Аналоговые приборы. Мгновенное, амплитудное, среднее, среднеквадратическое и среднвыпрямленное значение сигнала. Класс точности прибора и число делений шкалы.	0	4	1, 2
5. Цифровые приборы. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП), разновидности АЦП: поразрядного сравнения, развертывающего преобразования, параллельного действия, с двухтактным интегрированием. АЦП времени, частоты, разности фаз.	0	4	1, 2, 3, 4
6. Осциллографы, цифровой осциллограф	0	2	1, 2, 3, 4
Дидактическая единица: Средства измерения магнитных и неэлектрических величин.			
9. Виртуальные измерительные приборы.	0	2	2, 3
10. Средства измерения магнитных и неэлектрических величин. Первичные преобразователи (датчики). Датчики сопротивления, датчики магнитосопротивления, емкости, индуктивности. Датчики для точного измерения геометрических размеров, шероховатости, перемещения, температуры. Измерительные информационные системы	0	4	1, 2, 3, 4
Дидактическая единица: Стандартизация и сертификация.			

11. Правовые и исторические основы стандартизации, научная база стандартизации и сертификации. Цели и задачи стандартизации - безопасность, охрана здоровья людей, охрана окружающей среды, совместимость и взаимозаменяемость, повышение качества продукции, экономия людских и материальных ресурсов, устранение технических барьеров. Категории и виды стандартов. Основные принципы и методы стандартизации. Государственная и международная системы стандартизации. Симплификация, унификация, типизация, агрегатирование. Числовые ряды. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов. Международное сотрудничество в сфере стандартизации и международная организация по стандартизации (ИСО).	0	2	1, 3
12. Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации. Сертификация изделий, продукции, услуг, защита потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Система сертификации ГОСТ Р. Правила и порядок проведения сертификации. Испытательные лаборатории, органы по сертификации; их аккредитация. Экспертные методы оценки качества. Инспекционный контроль. Документы соответствия: заявление о соответствии, аттестация соответствия, сертификация соответствия, документ третьей стороны.	0	4	1, 3

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Средства измерения электрических величин.				
1. Измерение комбинированными приборами. Оценка основных инструментальных погрешностей результатов измерения	6	6	1, 2, 3, 4	Производит измерение комбинированными приборами. Оценивает инструментальные и методические погрешности результатов измерения
2. Оценка методических и дополнительных инструментальных погрешностей при измерениях	4	4	1, 2, 3, 4	Производит оценку методических и дополнительных инструментальных погрешностей при измерениях
3. Наблюдение сигналов и измерение их параметров электронными осциллографами	4	4	4	Выполняет наблюдение сигналов и измерение их параметров электронными осциллографами
Дидактическая единица: Стандартизация и сертификация.				
4. Статистическая обработка результатов измерений. Поверка измерительных приборов	4	4	2, 3, 4	Производит статистическую обработку результатов измерений. Выполняет поверку измерительных приборов

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				

1	РГЗ	1, 2, 3, 4	6	5
Выполнение задания по выбору измерительной аппаратуры и оценки погрешности: Метрология и измерительная техника : методическое руководство к выполнению лабораторного практикума для 1 курса АВТФ (направлений 12.03.01, 12.03.04, 09.03.02), 3 курса технических специальностей других факультетов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. К. Береснев, Г. Г. Матушкин, А. Э. Каспер]. - Новосибирск, 2017. - 56, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235091 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				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4	16	0
Подготовка отчета. Знакомство с лабораторной работой.: Метрология и измерительная техника : методическое руководство к выполнению лабораторного практикума для 1 курса АВТФ (направлений 12.03.01, 12.03.04, 09.03.02), 3 курса технических специальностей других факультетов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. К. Береснев, Г. Г. Матушкин, А. Э. Каспер]. - Новосибирск, 2017. - 56, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235091 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 аттестации	1, 2, 3, 4	20	5
Изучение конспекта лекций: Метрология и измерительная техника : методическое руководство к выполнению лабораторного практикума для 1 курса АВТФ (направлений 12.03.01, 12.03.04, 09.03.02), 3 курса технических специальностей других факультетов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. К. Береснев, Г. Г. Матушкин, А. Э. Каспер]. - Новосибирск, 2017. - 56, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235091 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
Консультирование	Личный типовой сайт: http://ciu.nstu.ru/kaf/persons/138

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Проблемный метод	ПК.1;
Формируемые умения: з3. знать способы оценки погрешности косвенных измерений		
Краткое описание применения: Студенту ставится задача и предлагается найти путь решения и обсуждается		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 5	
<i>Лабораторная:</i>	40
<i>РГЗ:</i>	40
<i>Зачет:</i>	20

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

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Зачет
ПК.1	з3. знать способы оценки погрешности косвенных измерений	+		+
	у3. уметь проводить исследования точностных и эксплуатационных показателей информационных и силовых систем		+	+
ПК.8	з1. знать основные единицы и методы измерения электрических величин	+		+
	у1. уметь осуществлять измерения с помощью аналоговых и цифровых измерительных приборов			+

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

7. Литература

Основная литература

1. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / В.Е. Эрастов. - М.: Форум, 2008. - 208 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-91134-193-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=138307> - Загл. с экрана.
2. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 256 с.: 60х90 1/16 + CD-ROM. - (Высшее образование). (переплет, cd rom) ISBN 978-5-16-004750-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=239847> - Загл. с экрана.
3. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. - М., 2011. - 820 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров, и дипломир. специалистов в области техники и технологии / Ю. В. Димов. - СПб. [и др.], 2006. - 432 с. : ил.. - Издательская программа 300 лучших учебников для высшей школы в честь 300-летия Санкт-Петербурга.

2. Анцыферов С. С. Общая теория измерений : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированного специалиста 653800 - "Стандартизация, сертификация и метрология" / С. С. Анцыферов, Б. И. Голубь ; под ред. Н. Н. Евтихеева. - М., 2007. - 176 с. : ил.
3. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебник для вузов по специальности "Информационная безопасность телекоммуникационных систем" / [А. С. Сигов и др.] ; под ред. В. И. Нефедова. - М., 2005. - 534, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. Мультиметры цифровые универсальные [Электронный ресурс] // АКТАКОМ-Сибирь. - 2011. - Режим доступа: http://aktakom-siberia.ru/catalog/kontrolno_izmeritelnyie_priboryi_i_aksessuaryi/multimetryi_i_voltmetryi_nastolnyie/multimetryi_universalnye. - Загл. с экрана.
2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
6. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Метрология и измерительная техника : методическое руководство к выполнению лабораторного практикума для 1 курса АВТФ (направлений 12.03.01, 12.03.04, 09.03.02), 3 курса технических специальностей других факультетов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. К. Береснев, Г. Г. Матушкин, А. Э. Каспер]. - Новосибирск, 2017. - 56, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235091
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>

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	ГЕНЕРАТОР ГЗ-109	Лабораторные работы
2	ГЕНЕРАТОР Г5-54 импульсов	Лабораторные работы
3	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Лекционные занятия
4	ОСЦИЛЛОГРАФ С1-68	Лабораторные работы
5	ОСЦИЛЛОГРАФ С1-67	Лабораторные работы

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

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

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)
ПК.1/НИ способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	з3. знать способы оценки погрешности косвенных измерений	Измерение комбинированными приборами. Оценка основных инструментальных погрешностей результатов измерения Метрология. Теоретические основы метрологии. Количественные и качественные свойства объектов. Основные понятия и определения. Средства измерений. Результат измерения. Многократные измерения. Погрешности измерений, источники погрешностей. Обработка результатов измерений. Основные положения. Научная и законодательная метрология. Правовые основы закона РФ " Об обеспечении единства измерений". Структура метрологической службы в стране, на предприятии, в организациях, являющихся юридическими лицами, ее функции. Метрологическое обеспечение, эталоны, образцовые и рабочие меры, поверочные схемы, государственные метрологические лаборатории, измерительная аппаратура и другие средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений, их нормирование. Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации. Сертификация изделий, продукции, услуг, защита потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Система сертификации ГОСТ Р. Правила и порядок проведения сертификации. Испытательные лаборатории, органы по сертификации; их аккредитация. Экспертные методы оценки качества. Инспекционный контроль. Документы соответствия: заявление о соответствии, аттестация соответствия, сертификация соответствия, документ третьей стороны. Осциллографы, цифровой осциллограф Оценка методических и дополнительных инструментальных погрешностей при измерениях Правовые и исторические основы стандартизации, научная база стандартизации и сертификации. Цели и задачи стандартизации - безопасность, охрана здоровья людей, охрана окружающей среды, совместимость и взаимозаменяемость, повышение качества продукции, экономия людских и материальных ресурсов, устранение технических барьеров. Категории и виды стандартов. Основные принципы и методы	Отчет по лабораторной работе 3.	Зачет, вопросы 1-5.

		стандартизации. Государственная и международная системы стандартизации. Симплификация, унификация, типизация, агрегатирование. Числовые ряды. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов. Международное сотрудничество в сфере стандартизации и международная организация по стандартизации (ИСО). Средства измерения магнитных и неэлектрических величин. Первичные преобразователи (датчики). Датчики сопротивления, датчики магнитосопротивления, емкости, индуктивности. Датчики для точного измерения геометрических размеров, шероховатости, перемещения, температуры. Измерительные информационные системы Средства измерения электрических величин. Аналоговые приборы. Мгновенное, амплитудное, среднее, среднеквадратическое и средневыпрямленное значение сигнала. Класс точности прибора и число делений шкалы. Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме - средств прямого преобразования и компенсационного типа; их аддитивная и мультипликативная погрешности. Средства измерений в динамическом режиме - звенья первого и второго порядков; динамическая погрешность. Цифровые приборы. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП), разновидности АЦП: поразрядного сравнения, развертывающего преобразования, параллельного действия, с двухтактным интегрированием. АЦП времени, частоты, разности фаз.		
ПК.1/НИ	у3. уметь проводить исследования точностных и эксплуатационных показателей информационных и силовых систем	Виртуальные измерительные приборы. Измерение комбинированными приборами. Оценка основных инструментальных погрешностей результатов измерения Осциллографы, цифровой осциллограф Оценка методических и дополнительных инструментальных погрешностей при измерениях Средства измерения магнитных и неэлектрических величин. Первичные преобразователи (датчики). Датчики сопротивления, датчики магнитосопротивления, емкости, индуктивности. Датчики для точного измерения геометрических размеров, шероховатости, перемещения, температуры. Измерительные информационные системы Средства измерения электрических величин. Аналоговые приборы. Мгновенное, амплитудное, среднее, среднеквадратическое и средневыпрямленное значение сигнала. Класс точности прибора и число делений шкалы. Статистическая обработка результатов измерений. Поверка измерительных приборов Цифровые приборы. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП), разновидности АЦП: поразрядного сравнения,	РГЗ.	Зачет 1-21.

		развертывающего преобразования, параллельного действия, с двухтактным интегрированием. АЦП времени, частоты, разности фаз.		
ПК.8/ПТ способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса	31. знать основные единицы и методы измерения электрических величин	Виртуальные измерительные приборы. Измерение комбинированными приборами. Оценка основных инструментальных погрешностей результатов измерения Метрология. Теоретические основы метрологии. Количественные и качественные свойства объектов. Основные понятия и определения. Средства измерений. Результат измерения. Многократные измерения. Погрешности измерений, источники погрешностей. Обработка результатов измерений. Основные положения. Научная и законодательная метрология. Правовые основы закона РФ " Об обеспечении единства измерений". Структура метрологической службы в стране, на предприятии, в организациях, являющихся юридическими лицами, ее функции. Метрологическое обеспечение, эталоны, образцовые и рабочие меры, поверочные схемы, государственные метрологические лаборатории, измерительная аппаратура и другие средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений, их нормирование. Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации. Сертификация изделий, продукции, услуг, защита потребителя. Обязательная и добровольная сертификация. Система сертификации ГОСТ Р. Правила и порядок проведения сертификации. Испытательные лаборатории, органы по сертификации; их аккредитация. Экспертные методы оценки качества. Инспекционный контроль. Документы соответствия: заявление о соответствии, аттестация соответствия, сертификация соответствия, документ третьей стороны. Осциллографы, цифровой осциллограф Оценка методических и дополнительных инструментальных погрешностей при измерениях Правовые и исторические основы стандартизации, научная база стандартизации и сертификации. Цели и задачи стандартизации - безопасность, охрана здоровья людей, охрана окружающей среды, совместимость и взаимозаменяемость, повышение качества продукции, экономия людских и материальных ресурсов, устранение технических барьеров. Категории и виды стандартов. Основные принципы и методы стандартизации. Государственная и международная системы стандартизации. Симплификация, унификация, типизация, агрегатирование. Числовые ряды. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов. Международное сотрудничество в сфере стандартизации и международная организация по стандартизации (ИСО). Сигналы	Отчет по лабораторным работам 1-4.	Зачет, вопросы 1, 2, 22-25

		измерительной информации - напряжения, токи - их разновидности; импульсы. Помехи. Средства измерения магнитных и неэлектрических величин. Первичные преобразователи (датчики). Датчики сопротивления, датчики магнитосопротивления, емкости, индуктивности. Датчики для точного измерения геометрических размеров, шероховатости, перемещения, температуры. Измерительные информационные системы Статистическая обработка результатов измерений. Поверка измерительных приборов Структурные схемы и свойства средств измерений в статическом режиме - средств прямого преобразования и компенсационного типа; их аддитивная и мультипликативная погрешности. Средства измерений в динамическом режиме - звенья первого и второго порядков; динамическая погрешность. Цифровые приборы. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП), разновидности АЦП: поразрядного сравнения, развертывающего преобразования, параллельного действия, с двухтактным интегрированием. АЦП времени, частоты, разности фаз.		
ПК.8/ПТ	у1. уметь осуществлять измерения с помощью аналоговых и цифровых измерительных приборов	Осциллографы, цифровой осциллограф Средства измерения магнитных и неэлектрических величин. Первичные преобразователи (датчики). Датчики сопротивления, датчики магнитосопротивления, емкости, индуктивности. Датчики для точного измерения геометрических размеров, шероховатости, перемещения, температуры. Измерительные информационные системы Цифровые приборы. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП), разновидности АЦП: поразрядного сравнения, развертывающего преобразования, параллельного действия, с двухтактным интегрированием. АЦП времени, частоты, разности фаз.		Зачет, вопросы 5, 8, 9.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 5 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.8/ПТ.

Зачет проводится в устной 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 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

компетенций ПК.1/НИ, ПК.8/ПТ, 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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра систем сбора и обработки данных

Паспорт зачета

по дисциплине «Метрология», 5 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-12, второй вопрос из диапазона вопросов 13-25 (список вопросов приведен ниже) и задача. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Метрология и измерительная техника»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.
3. Задача.

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

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета 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 *0-49 баллов*.
- Ответ на билет для зачета 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 *50-73 баллов*.
- Ответ на билет для зачета 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 74-86 баллов.

- Ответ на билет для зачета 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 87-100 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 возможных).

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

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Метрология и измерительная техника»

1. Система СИ, основные и дополнительные единицы измерения.
2. Эталоны единиц системы СИ.
3. Прямые и косвенные методы измерений (примеры).
4. Погрешности измерений, количественная оценка.
5. Измерительные приборы, аналоговые и цифровые приборы.
6. Классы точности приборов.
7. Поверка измерительных приборов.
8. Двоичный и двоично-десятичный код.
9. Аналого-цифровые преобразователи поразрядного сравнения.
10. АЦП развертывающего преобразования.
11. АЦП интегрирующего типа с высокой помехоустойчивостью.
12. Быстродействующие АЦП.
13. Электронные осциллографы, применение и устройство.
14. Быстродействующий цифровой осциллограф с запоминанием.
15. Мосты постоянного и переменного тока для измерения R, L, C.
16. Измерение неэлектрических величин.
17. Датчики сопротивления, разновидности.
18. Емкостные и индуктивные датчики.
19. Датчики температуры.
20. Индукционные датчики, датчики Холла.
21. Датчики светотехнические (фотодиоды, фототранзисторы, светодиоды).
22. Стандартизация, стандарт, государственная система стандартов.
23. Унификация, типизация, агрегатирование, симплификация.
24. Предпочтительные числа.
25. Сертификация, обязательная и добровольная сертификация продукции и услуг.

5. Примеры задач к зачету

ВАРИАНТ №1

При измерении напряжения между двумя точками электрической схемы было произведено 10 равнооточных измерений цифровым вольтметром класса точности 0,05/0,02 на пределе 10 В. Показания прибора приведены в табл. 4. Запишите результат эксперимента в виде доверительного интервала для двух значений доверительной вероятности $P_{д1} = 0,95$ и $P_{д2} = 0,99$. Оцените неисключенную систематическую погрешность результата эксперимента.

Данные к задаче

Номер варианта	Показания прибора, В									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	8,28	8,27	8,29	8,29	8,26	8,28	8,25	8,28	8,29	8,27
1	9,00	9,01	9,01	9,02	9,03	9,02	9,00	9,01	9,02	9,03
2	6,35	6,36	6,37	6,38	6,35	6,38	6,36	6,37	6,34	6,35
3	7,21	7,22	7,20	7,23	7,21	7,20	7,23	7,21	7,22	7,20
4	6,29	6,28	6,27	6,26	6,28	6,27	6,28	6,26	6,29	6,28
5	8,23	8,24	8,22	8,23	8,24	8,25	8,23	8,24	8,25	8,24
6	9,02	8,99	9,03	9,04	9,01	9,02	9,03	9,01	9,04	9,01
7	9,53	9,54	9,52	9,53	9,52	9,54	9,53	9,55	9,54	9,53
8	7,41	7,40	7,42	7,43	7,40	7,41	7,42	7,42	7,40	7,41
9	5,83	5,84	5,81	5,83	5,83	5,84	5,81	5,92	5,84	5,83

Примечание. Коэффициенты Стьюдента $t(n)$ для $P_{д1} = 0,95$ и $P_{д2} = 0,99$, при $n = 10$, равны 2,26 и 3,25 соответственно.

ВАРИАНТ №2

Производится эксперимент по определению параметров транзисторов α и β . Для этого измеряются микроамперметрами ток коллектора I_K и ток эмиттера $I_Э$, а затем определяются параметры α и β согласно выражений $\alpha = \frac{I_K}{I_Э}$, $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$.

Представьте результаты определения указанных параметров вместе с погрешностями их определения. Предел измерения используемых микроамперметров, их классы точности и полученные показания приведены в табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Данные к задаче 3

Номер варианта	Предел измерения микроамперметров, измеряющих значения		Класс точности микроамперметров, измеряющих значения		Показания приборов, мкА	
	$I_Э$, мкА	I_K , мкА	$I_Э$	I_K	$I_Э$	I_K
0	300	250	0,1/0,05	0,02/0,01	250	245
1	250	200	0,5	0,5	200	190
2	500	500	0,2/0,1	0,5	400	385
3	250	200	0,1/0,05	0,02/0,01	200	190
4	150	150	0,5	0,2	140	135
5	300	250	1,0	0,5	240	235
6	250	250	0,05/0,02	0,02/0,01	220	210
7	150	150	0,5	0,1/0,05	145	140
8	300	250	0,1/0,05	0,2	240	245
9	250	250	0,2	0,05/0,02	220	210

ВАРИАНТ №3

Определите значение и предельную абсолютную погрешность сопротивления резистора, намотанного из медного провода диаметром D и длиной L , если предельная абсолютная погрешность диаметра провода и его длины соответственно равны Δ_D и Δ_L (табл. 7). Значение сопротивления рассчитывается по формуле

$$R = \rho \frac{L}{S} = \rho \frac{4L}{\pi D^2},$$

где $\pi = 3,14 \pm 0,0016$, а $\rho_{\text{меди}} = (0,0172 \pm 0,00005) \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$.

Т а б л и ц а 7

Данные к задаче № 4

Номер варианта	D , мм	Δ_D , мм	L , м	Δ_L , мм
0	0,5	0,01	10	1

1	0,2	0,01	20	2
2	0,25	0,015	30	5
3	0,3	0,02	25	3

Окончание табл. 7

4	0,4	0,015	35	4
5	0,1	0,01	5	1
6	0,5	0,02	15	2
7	0,2	0,015	10	3
8	0,05	0,02	20	4
9	0,5	0,05	30	5

ВАРИАНТ №4

При поверке после ремонта вольтметра класса точности 1,5 с конечным значением шкалы 5 В в точках шкалы 1, 2, 3, 4, 5 В получены показания образцового прибора, представленные в табл. 8. Определите, соответствует ли поверяемый вольтметр своему классу точности.

Таблица 8

Данные к задаче № 1

Номер варианта	Показания образцового прибора, В				
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
0	1,05	1,98	3,02	4,04	5,03
1	0,97	2,04	2,95	3,98	5,01
2	1,08	1,95	3,01	3,96	4,93
3	0,95	2,07	3,04	4,07	4,95
4	0,98	2,07	2,96	4,05	5,05
5	0,96	1,93	3,05	4,08	4,97
6	1,04	2,03	3,08	4,02	4,98
7	1,02	2,01	2,94	3,97	5,07
8	0,91	1,92	2,99	3,98	5,08
9	1,04	1,99	3,08	4,06	4,94

ВАРИАНТ №5

Изобразите осциллограмму, которая будет на экране осциллографа, если на пластины Y подать синусоидальное напряжение с частотой F и амплитудой U_m (табл. 9). Время нарастания пилообразного напряжения развертки, поступающего на пластины X , равно t_1 , время его спада – t_2 . Во время обратного хода луча электронно-лучевая трубка осциллографа не запирается.

Определите также величину максимального отклонения луча по оси Y для заданного U_m , если при подаче на вход осциллографа сигнала синусоидальной формы со среднеквадратическим значением 5 В было получено отклонение h .

Таблица 9

Данные к задаче № 2

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F , Гц	500	1000	500	500	500	500	1000	1000	2000	2000
U_m , В	5	5	3	6	4	8	7	11	1,5	8
t_1 , мс	2	2	4	4	2	1	1	2	1	2
t_2 , мс	1	0,5	2	1	2	0,5	1	0,5	0,5	1
h , мм	25	40	20	20	30	20	30	10	40	10

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №6

Изобразите функциональную схему цифрового вольтметра поразрядного уравнивания и временную диаграмму уравнивания измеряемого напряжения U_x компенсирующим

напряжением, полагая, что шаг квантования компенсирующего напряжения равен 1 В, предел измерения – 999 В, а весовые коэффициенты соответствуют двоично-десятичному коду с весами разрядов 8421.

Запишите результат измерения в двоично-десятичном коде. Принимая класс точности вольтметра равным 0,2/0,1, оцените абсолютную и относительную погрешности измерения U_x . Значения U_x даны в табл. 10.

Таблица 10

Данные к задаче № 9

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_x , В	134	52	926	139	67	12	645	360	872	47

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №7

Изобразите функциональную схему и поясните временными диаграммами принцип действия цифрового частотомера-периодомера. Исходя из предполагаемого значения частоты f_x и допустимой относительной погрешности измерения δ , указанных в табл. 11, выберите режим измерения (частота или период) и определите требуемое время измерения T_0 или частоту квантования f_0 .

Таблица 11

Данные к задаче № 4

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f_x , Гц	10^4	10^5	10^6	10^3	10^2	10	20	50	5	0,5
δ , %	0,1	0,01	0,001	0,1	0,2	0,01	0,02	0,1	0,01	0,2

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Метрология», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны представить результаты определения указанных в задании параметров электрической цепи вместе с погрешностями их определения в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ литературы по теоретической части РГЗ, решить задачи.

Обязательные структурные части РГЗ.

Содержание

1. Теоретическая часть

1.1 Тема теоретической части по метрологии

1.2 Тема теоретической части по стандартизации

2. Расчетная часть

2.1 Метрология

Задача 1

Задача 2

Задача 3

2.2. Стандартизация продукции

Задача 4

Список литературы.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задач допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-49 баллов.
- Работа считается выполненной **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 50-73 баллов.
- Работа считается выполненной **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 74-86 баллов.
- Работа считается выполненной **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 87-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами

балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

ЗАДАЧА №1

При поверке после ремонта вольтметра класса точности 1,5 с конечным значением шкалы 5 В в точках шкалы 1, 2, 3, 4, 5 В получены показания образцового прибора, представленные в табл. 8.

Определите, соответствует ли поверяемый вольтметр своему классу точности.

Т а б л и ц а 8

Данные к задаче № 1

Номер варианта	Показания образцового прибора, В				
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
0	1,05	1,98	3,02	4,04	5,03
1	0,97	2,04	2,95	3,98	5,01
2	1,08	1,95	3,01	3,96	4,93
3	0,95	2,07	3,04	4,07	4,95
4	0,98	2,07	2,96	4,05	5,05
5	0,96	1,93	3,05	4,08	4,97
6	1,04	2,03	3,08	4,02	4,98
7	1,02	2,01	2,94	3,97	5,07
8	0,91	1,92	2,99	3,98	5,08
9	1,04	1,99	3,08	4,06	4,94

Список теоретических вопросов

К разделу метрология:

1. История развития метрологии
2. Роль метрологии в современном обществе
3. Вклад Д.И. Менделеева в развитие метрологии
4. История эталонов
5. Система маркировки электромеханических приборов
6. Необходимость расширения пределов измерительных приборов
7. Калибровка средств измерений
8. Основная деятельность ВНИИ метрологии им. Д.И. Менделеева
9. Сущность процедуры утверждения типа средств измерений(СИ)
10. Типы СИ, подвергаемые обязательному утверждению в ГМС
11. Структуры ГМС имеющие право проводить работы по утверждению типа средств измерений
12. Нормативно-техническая база поверки. Протокол как основной юридический документ поверки, поверочное клеймо
13. Порядок проведения аккредитации метрологических служб, юридических лиц на право проведения поверки СИ
14. Международные и региональные организации по метрологии: МБМВ (Международное бюро мер и весов), МОЗМ (Международная организация законодательной метрологии), ИСО, КООМЕТ (государственные метрологические учреждения стран Центральной и Восточной Европы)
15. Разработка аттестация и контроль соблюдения методик выполнения измерений (МВИ)
16. Методика выполнения измерений (МВИ): понятие, назначение, типы
17. Метрологическое обеспечение производств
18. Система воспроизведения единиц величин
19. Метрологическая деятельность в области обеспечения единства измерений
20. Метрологическое обеспечение при разработке, производстве и эксплуатации технических устройств

21. Организация и обеспечение метрологического контроля
22. Историческое развитие международной системы физических единиц
23. Метрологическая надежность средств измерений
24. Методы идентификации законов распределения погрешностей
25. Метрология общая, прикладная, законодательная

К разделу стандартизация

1. Стандартизация и экология
2. Научная база стандартизации
3. Международные организации по стандартизации
4. Порядок и этапы разработки национальных стандартов (в виде схемы с описанием).
Правила обозначения стандартов
5. Применение международных и региональных стандартов, а также национальных стандартов других стран в отечественной практике (гармонизированные стандарты, национальные стандарты)
6. Межотраслевые системы (комплексы) стандартов (стандарты, обеспечивающие качество, стандарты по управлению и информации, стандарты социальной сферы)
7. Формы подтверждения соответствия
8. Кодирование информации о товаре. Штрих-код
9. Порядок разработки стандартов
10. Международные организации по стандартизации
11. Региональные организации по стандартизации
12. Перспективы после вступления России в ВТО
13. Применение международных стандартов в РФ
14. Стандарты ISO на системы качества
15. Перспективные задачи ИСО
16. Категории стандартов
17. Основные принципы стандартизации
18. Государственная система стандартизации Российской Федерации
19. Экономическая эффективность стандартизации
20. Американский национальный институт стандартов и технологий
21. Британский институт стандартов
22. Французская ассоциация по стандартизации
23. Японский комитет промышленных стандартов
24. Нормативные документы по стандартизации
25. Исторические основы развития стандартизации