

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

энергетики и управления

(наименование факультета)

 А.С. Гудим

(подпись, ФИО)

« 09 » 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Метрология и технические измерения**

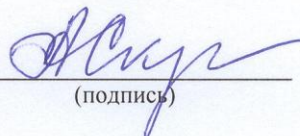
Направление подготовки	11.03.04 "Электроника и наноэлектроника"
Направленность (профиль) образовательной программы	Промышленная электроника
Квалификация выпускника	бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	заочная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра ЭМ - Электромеханика

Разработчик рабочей программы:

Доцент, канд. техн. наук, доцент  
(должность, степень, ученое звание)



(подпись)

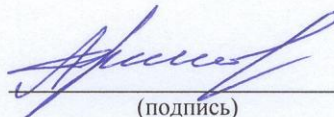
А. А. Скрипилев  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

ЭМ

(наименование кафедры)



(подпись)

А.В. Сериков

(ФИО)

Заведующий выпускающей  
кафедрой<sup>1</sup> ПЭ

(наименование кафедры)



(подпись)

Н. Н. Любушкина

(ФИО)

<sup>1</sup> Согласовывается, если РПД разработана не на выпускающей кафедре.

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Метрология и технические измерения» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 927 от 19.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Промышленная электроника» по направлению 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника".

Задачи дисциплины	Формирование знаний, умений и навыков в области метрологии, принципов измерения, теории определения погрешностей измерения; средств измерения физических величин.
Основные разделы / темы дисциплины	Основы метрологии. Методы и средства измерений. Теория оценки качества измерений. Поверка и калибровка средств измерения. Прикладная метрология. Метрологический контроль и надзор.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Метрология и технические измерения» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. ОПК-2.2. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования ОПК-2.3. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	Знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации, основы метрологии. Уметь выбирать способы и средства технических измерений и проводить экспериментальные исследования Владеть способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений

## 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метрология и технические измерения» изучается на 2 курсе(ах) в 3 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к

обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: Средства автоматизированных вычислений; Материалы и элементы электронной техники.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Метрология и технические измерения», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: Основы промышленной автоматки и робототехники; Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика), 4 семестр; Основы преобразовательной техники; Радиоэлектронное оборудование подвижных объектов; Производственная практика (преддипломная практика).

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4з.е., 144акад.час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

<b>Объем дисциплины</b>	<b>Всего академических часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	12
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	6
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	6
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	123
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	9

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Основы метрологии</b>				
<b>Тема 1.1</b> Основные понятия метрологии. Измерения и физические величины.				2
<b>Тема 1.2</b> Международная система (СИ). Меры, эталоны, образцовые и рабочие средства	1			2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра			1	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление РГР				15
<b>Раздел 2 Методы и средства измерений</b>				
<b>Тема 2.1</b> Основное уравнение измерений.				4
<b>Тема 2.2</b> Виды и методы измерения	1			
Измерение омических сопротивлений и индуктивностей косвенным методом			1	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление РГР				15
<b>Раздел 3 Теория оценки качества измерений</b>				
<b>Тема 3.1</b> Теория погрешностей.				6
<b>Тема 3.2</b> Статистические методы и алгоритмы обработки результатов многократных измерений.	1			
Стандартная обработка результатов многократных измерений			1	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление РГР				15
<b>Раздел 4 Поверка и калибровка средств измерения</b>				
<b>Тема 4.1</b> Теория точности средств измерений.				9
<b>Тема 4.2</b> Поверка средств измерения.	1			
Поверка однофазного счетчика электрической энергии индукционной системы			1	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление РГР				15
<b>Раздел 5 Прикладная метрология</b>				
<b>Тема 5.1</b> Измерения электрических величин.				10
<b>Тема 5.2</b> Электрические измерения неэлектрических величин.	1			
Измерение коэффициента мощности при различных видах нагрузок			1	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа				15
<b>Раздел 6 Метрологический контроль и над-</b>				

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>зор</b>				
<b>Тема 6.1</b> Основные методы и схемы поверки	1			
Поверка электроизмерительных показывающих приборов			1	
Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к занятиям семинарского типа, подготовка и оформление РГР				15
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>6</b>	–	<b>6</b>	<b>123</b>

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	23
Подготовка к занятиям семинарского типа	10
Подготовка и оформление РГР	90
	123

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1 Основная литература

- 1) Лабковская Р.Я. Метрология и электрорадиоизмерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Я. Лабковская. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2013. — 142 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67299.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.
- 2) Латышенко К.П. Технические измерения и приборы. Часть I [Электронный ресурс]

: учебное пособие / К.П. Латышенко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 480 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20403.html>, ограниченный. — Загл. с экрана.

3) Латышенко К.П. Технические измерения и приборы. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.П. Латышенко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 515 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20404.html>, ограниченный. — Загл. с экрана.

### **8.2.Дополнительная литература**

1) Комягин Р.В. Измерения параметров элементов радиотехнических цепей [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Метрология и радиоизмерения» / Р.В. Комягин, В.Л. Хандамиров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 24 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30973.html>, ограниченный. — Загл. с экрана.

2) Шпиганович А.Н. Сравнительный анализ измерительных параметров вольтметров [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторной работе по курсу «Метрология и электрические измерения» / А.Н. Шпиганович, Ю.А. Шурыгин. — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 13 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22936.html>, ограниченный. — Загл. с экрана.

3) Латышенко К.П. Метрология и измерительная техника на базе измерительных преобразователей ОВЕН [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / К.П. Латышенко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 194 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20396.html>, ограниченный. — Загл. с экрана.

4) Любушкина, Н.Н. Метрология, стандартизация и технические измерения: Учеб. пособие /Н.Н. Любушкина – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 123 с.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1) Проверка электроизмерительных показывающих приборов: методические указания к лабораторной работе. /сост.: С.В. Рудько, Н.Н. Любушкина. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2010. – 13 с.

2) Проверка однофазного счетчика электрической энергии индукционной системы: методические указания к лабораторной работе. /сост.: С.В. Рудько, Н.Н. Любушкина. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2010. – 13 с.

3) Измерение омических сопротивлений и индуктивностей косвенным методом: методические указания к лабораторной работе. /сост.: С.В. Рудько, Н.Н. Любушкина. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2010. – 12 с.

4) Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра: методические указания к лабораторной работе. /сост.: Е.П. Иванкова. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. – 8 с.

5) Измерение активной мощности в трехфазных цепях: методические указания к лабораторной работе. /сост.: Е.П. Иванкова. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2011. – 6 с.



#### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1) Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com>
- 2) Электронно-библиотечная система IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru>

#### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- 1) Метрология и технические измерения <https://ru.wikipedia.org>
- 2) Метрология <https://info.metrologu.ru/spravochnik/metrologiya/obschie-polozheniya/metrologiya.html>

#### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
MicrosoftImaginePremium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

### **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

#### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

#### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Целисамостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

### **Методические указания при работе над конспектом лекции**

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций и т.д.

### **Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям**

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале и т.д.

### **Методические указания по выполнению расчетно-графической работы**

Теоретическая часть расчетно-графической работы выполняется по установленным темам с использованием практических материалов. К каждой теме расчетно-графической работы рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана. Работа не должна представлять пересказ отдельных глав учебника или учебного пособия. Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов, внести свои предложения. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
102/3	Лаборатория электрических измерений, медиа	Стенд НТЦ-08,000,00 ПС Электрические измерения. Осциллограф С1-178

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

#### Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

#### Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория № 102/3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 6:

#### Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ.
- компьютерные классы (ауд. 202, 207, 211 корпус № 3).

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>2</sup>**  
**по дисциплине**

**Метрология и технические измерения**

Направление подготовки	<i>11.03.04 "Электроника и наноэлектроника"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Промышленная электроника</i>
Квалификация выпускника	<i>бакалавр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2019</i>
Форма обучения	<i>заочная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Экзамен</i>	<i>Кафедра ЭМ - Электромеханика</i>

<sup>2</sup>В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. ОПК-2.2. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования ОПК-2.3. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	Знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации, основы метрологии. Уметь выбирать способы и средства технических измерений и проводить экспериментальные исследования Владеть способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1 – 6	ОПК-2	Лабораторные работы	Аргументированность ответов
Разделы 1,2,3,4,5	ОПК-2	Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1 – 6	ОПК-2	Вопросы к экзамену	Полнота и аргументированность ответов

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамена</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5баллов	
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5баллов	
7	Расчетно-графическая работа	в течение семестра	20 баллов	20 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 15 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 10 баллов – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
Текущий контроль:		-	50 баллов	-
1	Экзамен	сессия	50	50 – студент владеет знаниями в полном объеме, самостоятельно, логически последовательно и исчерпывающе отвечает на поставленные вопросы; 40 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; 30 – студент владеет только обязательным минимумом знаний по дисциплине; 0 – студент не освоил обязательного ми-



	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				нимума знаний, не способен ответить на поставленный вопрос
ИТОГО:			100 баллов	–
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)				

### 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

#### 3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

##### Лабораторные работы

##### *Лабораторная работа 1. Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра*

Какой вид имеет схема включения наружных шунтов?

Определите сопротивление шунта для измерительного механизма с током полного отклонения 5 мА и  $R_{ш} = 3 \text{ Ом}$ , если нужно измерить ток 150А.

Каким должно быть сопротивление шунта к миллиампер-метру, рассчитанному на 75 мВ, с током полного отклонения 7,5 мА для измерения тока 7,5А?

Какой ток можно измерить прибором, рассчитанным на 10 мА ( $R_{ш} = 10 \text{ Ом}$ ), если его включить с шунтом, сопротивление которого  $R_{ш} = 0,01 \text{ Ом}$ ?

Какие вспомогательные элементы применяются для изменения пределов измерения магнитоэлектрических вольтметров?

Какого порядка должно быть сопротивление добавочного резистора к измерительному механизму с  $R_0 = 1 \text{ Ом}$  и падением напряжения на рамке  $U_0 = 10 \text{ мВ}$ , для получения вольтметра с  $U_n = 10 \text{ В}$ ?

До какого значения напряжения будет расширен предел измерения вольтметра с сопротивлением рамки  $R_0 = 1 \text{ Ом}$  и падением напряжения на ней  $U_0 = 10 \text{ мВ}$  при включении добавочного резистора  $R_d = 100000 \text{ Ом}$ ?

##### *Лабораторная работа 2. Измерение омических сопротивлений и индуктивностей косвенным методом*

Что понимают под измерением сопротивления?

Почему при определении сопротивления по методу амперметра и вольтметра следует применять различные схемы включения измерительных приборов?

Какие сопротивления при определении по методу вольтметра и амперметра принято считать «большими» и какие «малыми»?

В чем суть косвенного метода измерения?

Зависит ли схема включения амперметра, вольтметра, ваттметра от значения неизвестного сопротивления катушки индуктивности?

Определите суммарное сопротивление двух последовательно соединенных образцовых катушек сопротивления при: а)  $R = (10 \pm 0,05)$ ; б)  $R = (1 \pm 0,02) \text{ Ом}$ .

Какова относительная погрешность измерения напряжения переменного тока электромагнитным вольтметром при положении переключателя рода работы на постоянном токе, если прибор показывает 128 В при напряжении 127 В.

Проведены три группы измерений сопротивления одной и той же образцовой катушки и получены следующие результаты, Ом: а)  $x = 100,145 \pm 0,005$ ; б)  $x = 100,115 \pm 0,20$ ; в)  $x = 100,165 \pm 0,010$ . Путем дальнейшей обработки результатов найдите погрешность средневзвешенного.

Для измерения напряжения от 80 В до 120 В с относительной погрешностью, не превышающей 4 %, был заказан вольтметр, имеющий класс точности 0,5 и верхний предел измерений 150 В. Удовлетворяет ли от поставленным условиям?

### *Лабораторная работа 3. Стандартная обработка результатов многократных измерений*

В каких случаях проводят измерения с многократными независимыми наблюдениями? Что принимают за результат таких измерений?

Дайте определение следующих понятий: доверительная вероятность, доверительная граница случайной погрешности измерения, промах, неисключенный остаток систематической погрешности измерения.

Что такое доверительный интервал?

Назовите основные числовые характеристики ряда наблюдений.

Когда проводится стандартная процедура обработки результатов измерений с многократными наблюдениями, в чем она заключается?

Чем отличается дисперсия ряда наблюдений от дисперсии результата измерений?

### *Лабораторная работа 4. Поверка однофазного счетчика электрической энергии индукционной системы*

Как создается вращающий момент в измерительном механизме индукционного типа. Объясните физику процесса, дайте математическое выражение момента.

Чему должен быть пропорционален вращающий момент в счетчиках индукционного типа и как это обеспечивается.

Каким образом и, с какой целью создается компенсационный момент. Объясните физику его возникновения.

Поясните, почему число оборотов диска счетчика пропорционально учитываемой энергии.

С какой целью магнитный поток катушки напряжения разделен на два потока рабочих и нерабочих.

Какие условия необходимо выполнить, чтобы вращающий момент в измерительном механизме индукционного типа был пропорционален активной мощности.

### *Лабораторная работа 5. Измерение коэффициента мощности при различных видах нагрузок*

Запишите уравнение шкалы фазометра

Каким образом можно произвести расчет  $\cos\varphi$  по значениям  $P$ ,  $U$ ,  $I$ ?

В каких случаях, и по каким схемам можно измерить активную мощность 3-х фазной системы одним однофазным ваттметром?

Когда для измерения активной мощности 3-х фазной системы можно пользоваться схемой двух ваттметров?

Устройство и принцип действия 3-х фазного ваттметра.

### *Лабораторная работа 6. Поверка электроизмерительных показывающих приборов*

Каким должно быть соотношение классов точности образцового и поверяемого амперметров?

Что понимается под поверкой средств измерений?

Прибор какого класса точности следует выбрать для поверки амперметра класса 1,5; 2,5?

Что такое класс точности измерительного прибора?

Какие варианты способа сличения показаний поверяемого и образцового приборов Вам известны?

Как проверяют соответствие поверяемого прибора указанному на шкале классу точности?

Возможно ли проведение поверки вольтметра класса 0,5 с помощью вольтметра класса 0,2?

Определите цену деления ваттметра при:  $U_H = 300 \text{ В}$ ,  $I_H = 1 \text{ А}$ ,

$A_H = 150$ ;  $U_H = 450 \text{ В}$ ,  $I_H = 5 \text{ А}$ ,  $A_H = 150$ ;  $U_H = 150 \text{ В}$ ,  $I_H = 2 \text{ А}$ ,  $A_H = 300$ .

Показания вольтметра с диапазоном измерений от 0 В до 150 В равны 51,5 В. Показания образцового вольтметра, включенного параллельно с первым – 50,0 В. Определить относительную и приведенную погрешности рабочего вольтметра.

### Расчетно-графическая работа

**Задание 1.** Для выборки экспериментальных данных, порченных при измерении выходного напряжения генератора, определить границы доверительного интервала при заданной доверительной вероятности  $P_D$ . В таблице для вариантов приведены номер выборки, класс точности вольтметра  $c/d$  и предел измерения  $U_k$ . Числовые данные конкретной выборки необходимо взять из таблице:

Вариант	Выборка	$P_D$	$U_k, \text{ В}$	$c/d$	Вариант	Выборка	$P_D$	$U_k, \text{ В}$	$c/d$
1	1	0,5	1	0,1/0,05	2	3	0,6	10	0,5/0,05
3	1	0,6	1	0,2/0,1	4	3	0,7	10	0,2/0,1
5	1	0,7	1	0,2/0,05	6	3	0,8	10	4,0/1,5
7	1	0,8	1	0,5/0,005	8	3	0,9	10	0,1/0,05
9	1	0,9	1	1,0/0,1	10	3	0,95	10	0,2/0,1
11	2	0,95	1	1,5/0,1	12	4	0,98	100	0,5/0,05
13	2	0,98	1	4,0/1,5	14	4	0,99	100	4,0/1,5
15	2	0,99	1	0,1/0,05	16	4	0,997	100	0,5/0,005
17	2	0,997	1	0,2/0,1	18	4	0,5	100	4,0/1,5
19	2	0,5	1	1,1/0,05	20	4	0,6	100	0,2/0,05

Выборка	Единица измерения	$\{U_i\}, i = 1 \dots 10$
1	мВ	952,5; 957,0; 955,5; 953,0; 954,5; 954,9; 955,1; 956,8; 955,2; 952,5
2	мВ	852,5; 857,0; 855,5; 853,0; 854,5; 854,9; 854,8; 855,1; 855,2; 852,5
3	В	7,551; 7,562; 7,549; 7,538; 7,525; 7,555; 7,545; 7,545; 7,555; 7,525
4	В	85,61; 85,52; 85,39; 85,48; 85,25; 85,55; 85,45; 85,45; 85,55; 85,22

**Задание 2.** Определение доверительной вероятности при заданном доверительном интервале. Для выборки случайных величин задания 1 определить значение доверительной вероятности, если заданы граничные значения погрешностей в процентном отношении к среднему арифметическому:  $\varepsilon_1$  – нижняя граница,  $\varepsilon_2$  – верхняя граница. Значения  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  приведены в таблице:

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\varepsilon_1, \%$	-0,1	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,05	-0,02	0	0	-0,1
$\varepsilon_2, \%$	0,2	0,2	0,1	0,1	0	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$\varepsilon_1, \%$	-0,01	-0,05	-0,05	-0,1	-0,02	-0,02	-0,015	-0,1	-0,1	-0,05
$\varepsilon_2, \%$	0,01	0,02	0,1	0,05	0,02	0,01	0,02	0,15	0,2	0,05

**Задание 3.** Построить графики распределения относительной и абсолютной погрешностей по диапазону измерения для цифрового вольтметра. Рассчитать значения относительной и абсолютной погрешностей, которые соответствуют среднему арифметическому значению выборки «А», определенному в задании 1. найти относительную погрешность среднего арифметического  $\delta(A)$ . Определить абсолютную максимальную погрешность в точке шкалы соответствующей значению «А»:

$$Q = \delta(A) \cdot A / 100 \%$$

Данные необходимо взять из таблицы для задания 1.

**Задание 4.** Определить доверительный интервал для заданной доверительной погрешности с учетом инструментальной погрешности, используя описанную методику. Данные своего варианта необходимо взять из таблицы для задания 1. Все расчеты произвести с использованием распределения Стьюдента. Результат записать в стандартной форме, указав границы доверительного интервала и доверительную вероятность.

**Задание 5.** Определить показания ниже перечисленных приборов, на которые поочередно подаются сигналы с одинаковой амплитудой, но имеющие различную форму.

1) Вольтметр, с преобразователем действующего значения (квадратичный детектор).

2) Вольтметр, с преобразователем средневыпрямленного значения (линейный детектор).

3) Вольтметр, с амплитудным преобразователем и конденсатором, включенным последовательно (амплитудный детектор с закрытым входом).

Все приборы градуированы в действующих значениях синусоидального сигнала. Сигналы, которые следует подать, имеют одинаковую амплитуду  $U_m = 10 \cdot N$ , [В], где  $N$  – номер варианта. Рассматриваются три типа сигналов:

1) Гармонический сигнал.

2) Меандр.

3) Однополярные прямоугольные импульсы длительностью  $\tau = 10 \cdot N$ , [мкс] и частотой следования 5000 Гц.

### 3.2 Задания для промежуточной аттестации

#### Экзамен

1) Понятие физической величиной и ее измерения. Классификация физических величин (аналоговые, дискретные, активные, пассивные).

2) Принципы построения систем единиц физических величин. Основные, производные единицы и их размерности.

3) Система единиц физических величин СИ. Ее отличительные особенности. Основные и дополнительные, кратные и дольные единицы.

4) Виды измерений – прямые, косвенные, совместные, совокупные.

5) Методы измерений – непосредственной оценки, метод сравнения (разновидности, достоинства, недостатки).

6) Понятие погрешности измерения. Погрешность систематическая, случайная, промахи; абсолютная, относительная. Пояснить на примерах.

- 7) Классификация погрешностей измерения в зависимости от причин возникновения: инструментальная, методическая, субъективная и др. привести примеры.
- 8) Погрешности средств измерений: классификация и способы математического выражения. Пояснить на примерах.
- 9) Нормирование погрешности средств измерений. Аддитивная и мультипликативная составляющая. Класс точности.
- 10) Систематические погрешности измерения и способы их уменьшения
- 11) Гистограммы и кривые распределения случайных величин, плотность распределения. Генеральная совокупность, выборка.
- 12) Распределение случайных погрешностей измерения. Вероятность, плотность распределения вероятностей. Нормальный закон распределения Гаусса.
- 13) Доверительный интервал и доверительная вероятность. Правило трех сигма.
- 14) Коэффициент Стьюдента. Алгоритм обработки результатов ряда равнозначных измерений.
- 15) Полная погрешность измерения и ее составляющие. Случаи сочетания погрешностей.
- 16) Полная погрешность измерения и ее составляющие. Случаи суммирования систематической и случайной погрешностей.
- 17) Среднеквадратичная погрешность нескольких серий измерений.
- 18) Законы сложения случайных погрешностей.
- 19) Погрешность косвенных измерений.
- 20) Методическая погрешность при измерении постоянных токов и напряжений.
- 21) Конструкция аналогового электромеханического измерительного прибора: механизмы для создания вращающего и противодействующего момента, шкалы, стрелки, успокоители.
- 22) Магнитоэлектрические измерительные приборы: принцип действия, устройство, область применения, метрологические характеристики.
- 23) Электродинамические измерительные приборы: принцип действия, устройство, область применения, метрологические характеристики.
- 24) Электромагнитные измерительные приборы: принцип действия, устройство, область применения, метрологические характеристики.
- 25) Электростатические измерительные приборы: принцип действия, устройство, область применения, метрологические характеристики.
- 26) Логометры. Рассмотреть на примере магнитоэлектрического логометра.
- 27) Масштабные измерительные преобразователи. Шунты, делители напряжения, какими они характеризуются параметрами, где применяются.
- 28) Измерительные трансформаторы. Устройство, принцип действия, метрологические характеристики, область применения.
- 29) Цифровые измерительные приборы и преобразователи
- 30) Методы измерения постоянного тока.
- 31) Методы измерения постоянного напряжения.
- 32) Методы измерения переменного тока и напряжения.
- 33) Методы измерения электрической мощности.
- 34) Методы измерения сопротивления.
- 35) Методы измерения индуктивности, добротности, емкости и тангенса угла потерь.
- 36) Резонансные методы измерения параметров цепей.

- 37) Исследование формы и параметров сигнала: структурная схема универсального осциллографа.
- 38) Исследование формы и параметров сигнала: виды разверток в осциллографе.
- 39) Исследование формы и параметров сигнала: электронно-лучевая трубка (характеристики, конструкция)
- 40) Исследование формы и параметров сигнала: классификация осциллографов.

