

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

Г.П. Старинов

04 2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Метрология и технические измерения

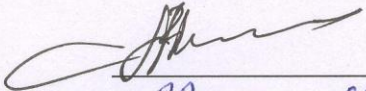
Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Электроснабжение
Квалификация выпускника	бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	заочная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	ЭМ

Комсомольск-на-Амуре 2019



Разработчик рабочей программы  А.В.Янченко  
Доцент кафедры ЭМ, канд. техн. наук, « 22 » 04 2019 г.  
доцент

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки  И.А. Романовская  
« 22 » 04 2019 г.

Заведующий кафедрой «ЭМ»  А.В. Сериков  
« 22 » 04 2019 г.

Декан ЭТФ  А.С. Гудим  
« 26 » 04 2019 г.

Начальник учебно-методического  
управления  Е.Е. Поздеева  
« 26 » 04 2019 г.

## 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 № 144 от 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электроснабжение» по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Практическая подготовка реализуется на основе профессионального стандарта 20.032 «Работник по обслуживанию оборудования подстанций электрических сетей». Обобщенная трудовая функция: I. Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций.

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 по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Знает методы и способы измерения электрических и неэлектрических величин	Знать методы и способы измерения электрических и неэлектрических величин
	ОПК-6.2. Умеет выбирать средства измерения электрических и неэлектрических величин	Уметь выбирать приборы и средства измерения электрических и неэлектрических величин
	ОПК-6.3. Владеет навыками обработки и оценки погрешности результатов измерений	Владеть навыками и методами обработки результатов измерений и оценки погрешности измеряемых

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

Дисциплина «Метрология и технические измерения» изучается на 3 курсе(ах) в 5 семестре(ах).

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

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Метрология и технические измерения», будут востребованы при изучении последующих дисциплин при прохождении Производственной практики (технологическая практика), 6 семестр; и при изучении дисциплин «Измерение, испытание и монтаж электрооборудования» и «Общая энергетика» на 5 курсе.

Дисциплина «Метрология и технические измерения» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем выполнения лабораторных работ.

Дисциплина «Метрология и технические измерения» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения.

Входной контроль не проводится.

### 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 4 з.е., 144 акад. час.

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

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

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	14
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	3
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)

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>Раздел 1 Основы метрологии</b>				
<b>Тема 1.1</b> Основные понятия метрологии. Измерения и физические величины.	0,5			
<b>Тема 1.2</b> Международная система (СИ). Меры, эталоны, образцовые и рабочие средства	0,5			
Расширение пределов измерения амперметра и вольтметра			1*	
Определение границ доверительного интервала при заданной доверительной вероятности $P_d$				7
Доверительный интервал и доверительная вероятность при измерениях				13
<b>Раздел 2 Методы и средства измерений</b>				
<b>Тема 2.1</b> Основное уравнение измерений.	0,5			
<b>Тема 2.2</b> Виды и методы измерения	0,5			
Измерение омических сопротивлений и индуктивностей косвенным методом			1	1
Определение границ доверительного интервала при заданной доверительной вероятности $P_d$				7

Доверительный интервал и доверительная вероятность при измерениях				13
<b>Раздел 3 Теория оценки качества измерений</b>				
<b>Тема 3.1</b> Теория погрешностей.	0,5			
<b>Тема 3.2</b> Статистические методы и алгоритмы обработки результатов многократных измерений.	0,5			
Стандартная обработка результатов многократных измерений			1*	
Построение графиков распределения относительной и абсолютной погрешностей по диапазону измерения				7
Цифровые измерительные приборы				13
<b>Раздел 4 Поверка и калибровка средств измерения</b>				
<b>Тема 4.1</b> Теория точности средств измерений.	0,5			
<b>Тема 4.2</b> Поверка средств измерения.	0,5			
Поверка однофазного счетчика электрической энергии индукционной системы			1	
Обработка результатов измерений при наличии случайных погрешностей				7
Экспериментальный анализ одномерной случайной величины				13
<b>Раздел 5 Прикладная метрология</b>				
<b>Тема 5.1</b> Измерения электрических величин.	0,5			
<b>Тема 5.2</b> Электрические измерения неэлектрических величин.	0,5			
Измерение коэффициента мощности при различных видах нагрузок			1*	

Обработка результатов измерений при наличии случайных погрешностей				8
Экспериментальный анализ двумерной случайной величины				13
<b>Раздел 6 Метрологический контроль и надзор</b>				
<b>Тема 6.1 Основные методы и схемы поверки</b>	1			
Поверка электроизмерительных показывающих приборов			1*	1
Поверка электроизмерительных электронных приборов и осциллографов				20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>123</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

#### **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

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	74
Подготовка к занятиям семинарского типа	13
Подготовка и оформление Расчетно-графической работы	36
<b>ИТОГО</b>	<b>123</b>

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

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

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

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,

навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение сессии	5 баллов	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. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Лабораторная работа 2	в течение сессии	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение сессии	5 баллов	
4	Лабораторная работа 4	в течение сессии	5 баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение сессии	5 баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение сессии	5 баллов	
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



	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; 30 – студент владеет только обязательным минимумом знаний по дисциплине; 0 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен ответить на поставленный вопрос
	Промежуточная аттестация:	-	50 баллов	–
	ИТОГО:		100 баллов	–
<p><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)</p>				

### Задания для текущего контроля

#### Лабораторные работы

*Лабораторная работа 1* (реализуется в форме практической подготовки). *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  $R_{им} = 3 \text{ Ом}$ , если нужно измерить ток 150А.

Каким должно быть сопротивление шунта к миллиамперметру, 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 ( $R_{им} = 10 \text{ Ом}$ ), 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)  $R = (1 \pm 0,02)$  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 (реализуется в форме практической подготовки). 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 нерабочий.

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

*Лабораторная работа 5 (реализуется в форме практической подготовки). Измерение коэффициента мощности при различных видах нагрузок*

Запишите уравнение шкалы фазометра

Каким образом можно произвести расчет  $\cos\phi$  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. (Реализуется в форме практической подготовки) 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:  $U_n = 300 \text{ В}$ ,  $I_n = 1 \text{ А}$ ,

$A_n = 150$ ;  $U_n = 450 \text{ В}$ ,  $I_n = 5 \text{ А}$ ,  $A_n = 150$ ;  $U_n = 150 \text{ В}$ ,  $I_n = 2 \text{ А}$ ,  $A_n = 300$ .

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***

#### ***Обработка результатов измерений при наличии случайных погрешностей***

Если в результате многократных измерений физической величины были получена выборка случайных значений  $\{X\}$ , то после проведения ее статистической обработки следует указать интервал значений от  $X_1$  до  $X_2$ , в котором заключено истинное значение измеряемой величины. Этот интервал называется доверительным, а численные значения  $X_1$  и  $X_2$  называются границами доверительного интервала. Соответственно, вероятность нахождения истинного значения величины в границах ( $X_1$ ;  $X_2$ ) называется доверительной вероятностью.

Доверительный интервал может быть выражен через среднее арифметическое выборки ряда наблюдений ( $A$ ) и граничные значения погрешностей относительно среднего арифметического ( $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$ ). Надежность доверительного интервала задает доверительная вероятность, определяемая как вероятность нахождения случайной погрешности ( $\epsilon$ ) в границы доверительного интервала.

Поскольку деление погрешностей на систематические и случайные достаточно условно, то иногда, принято систематические погрешности также оценивать по методике, справедливой для случайных величин, с применением равномерного или треугольного закона распределения плотности вероятности.

Внешние воздействия определяют характер поведения случайных погрешностей и приводят к тому, что сам ряд данных многократного наблюдения  $\{X_i\}$ ,  $i = 1 \dots n$  становится выборкой случайных величин. При большом числе возмущающих факторов их суммарное воздействие вызывает появление случайных погрешностей, подчиняющихся нормальному закону распределения плотности вероятности.

**Задание 1.** Для выборки экспериментальных данных, порченных при измерении выходного напряжения генератора, определить границы доверительного интервала при заданной доверительной вероятности  $P_d$ . Расчеты проводить в первом случае с использованием таблиц нормального закона, во втором - таблиц Стьюдента. Объяснить разницу полученных результатов. При измерении используется цифровой вольтметр. В таблице для вариантов приведены номер выборки, доверительная вероятность  $P_d$ , класс точности вольтметра  $c/d$  и предел измерения  $U_k$ . Числовые данные конкретной выборки необходимо взять из таблицы:

Вариант	Выборка	$P_d$	$U_k, В$	$c/d$	Вариант	Выборка	$P_d$	$U_k, В$	$c/d$
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

После завершения решения задачи результат должен быть представлен следующими численными значениями: среднее арифметическое выборки, граничные значения погрешностей, границы доверительного интервала и доверительная вероятность.

**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 2 рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

Используя вычисленные ранее значение «А» рассчитать  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  (границы погрешности). Затем по формуле определить безразмерные коэффициенты  $t_1$  и  $t_2$  и по таблицам найти доверительную вероятность  $P_d$ . Форма записи результата:

$$P[X_1 \leq M \leq X_2] = P_d,$$

где доверительная вероятность определяется по таблицам нормального закона и закона Стьюдента.

#### **Инструментальные погрешности и формы их представления**

Инструментальные погрешности цифровых вольтметров обычно описываются трехчленной формулой относительной погрешности:



$$\delta = \pm \left[ c + d \left( \frac{U_k}{U} - 1 \right) \right],$$

где  $\delta$ ,  $c$  и  $d$  – выраженные в процентах максимальные относительные погрешности;

$U_k$  – верхняя граница диапазона измерения вольтметра (конечное значение шкалы прибора);

$U$  – текущее значение измеряемой величины.

Изменяя текущее значение напряжения, можно построить график распределения относительной погрешности (модуля) по диапазону измерения.

**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.

При начертании графиков следует придерживаться масштаба и указывать размерность величин, отложенных по координатным осям.

#### **Обработка результатов измерений с учетом инструментальных погрешностей**

Абсолютная погрешность, определенная по таблице, является максимальной с вероятностью 100 %, т.е. реальная погрешность никогда не превысит расчетную. Результирующая вероятность при наличии двух составляющих погрешности (инструментальной и случайной) определяется произведением вероятностей. Так как одна из вероятностей (для инструментальной погрешностей) равна 1, то общая вероятность будет определяться случайной составляющей и, следовательно, она равна доверительной вероятности, которую можно взять из таблицы для задания 1.

Однако следует учесть, что интервал, в котором находится истинное значение измеряемой величины, при этом расширится. Для определенна нового интервала инструментальную погрешность представляют как случайную, распределенную по равномерному (или треугольному) закону.

Среднеквадратическое значение для этой инструментальной погрешности определяется по формулам: для равномерного закона

$$\sigma(Q) = Q / \sqrt{3}.$$

Суммарная среднеквадратическая погрешность запишется:

$$Q(\varepsilon, Q) = \sqrt{\sigma(Q)^2 + s(A)^2}.$$

Для определенна суммарных граничных значений погрешностей « $\Delta\Gamma$ » следует вычислить новое значение безразмерного коэффициента «tr»

$$\text{tr} = (\varepsilon_1 + Q) / (s(A) + \sigma(Q)),$$

где  $\varepsilon_1$  принимает значение  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$  в зависимости от того, какая граница (нижняя или верхняя) определяется. Окончательно граничные значения погрешности запишутся:

$$\Delta\Gamma = \text{tr} \cdot \sigma(\varepsilon, Q).$$

Соответственно определяются границы доверительного интервала:

$$X_1 = A - \Delta\Gamma_1, X_2 = A + \Delta\Gamma_2.$$

**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.

**Методические погрешности, возникающие при измерении вольтметром периодических сигналов сложной формы**

В подавляющем большинстве случаев необходимо иметь информацию о действующем (среднеквадратическом) значении сигнала сложной формы. Поэтому наиболее востребованными являются приборы, измеряющие действующее значение напряжения. Однако при конструировании таких приборов возникает ряд трудностей, связанных с обеспечением широкого частотного диапазона и высокой точности. Для нахождения действующего значения напряжения используют приборы, измеряющие амплитудное или средневыпрямленное значение сигнала. На шкале таких приборов указывается действующее значение конкретного сигнала, а именно гармонического. Найти величину действующего значения напряжения сложной по показаниям вольтметра, реагирующего на его амплитудное или средневыпрямленное значение и проградуированного в действующих значениях синусоиды, оказывается возможным благодаря тому, что между параметрами сигнала существует связь через коэффициенты амплитуды и формы

$$K_a = U_m / U_d; \quad K_\phi = U_d / U_{св}.$$

Численные значения этих коэффициентов для сигналов разной формы различны. В настоящем разделе используются три периодических сигнала: гармонический, меандр, однополярные прямоугольные импульсы длительностью  $\tau$  с периодом следования  $T$ . Значения коэффициентов амплитуды и формы для этих сигналов приведены в таблице:

Вид сигнала	$K_a$	$K_\phi$
Гармонический	1,41	1,11
Меандр	1,0	1,0
Прямоугольные импульсы	$\sqrt{T/\tau}$	$\sqrt{T/\tau}$

Если данные сигналы подать на вольтметры с преобразователями переменного тока в постоянный ток или напряжение, то показания этих приборов будут различными: они определяются типом преобразователя и градуировкой шкалы.

Прибор с преобразователем действующего значения будет показывать действующее значение сигнала любой формы. Вольтметр с преобразователем средневыпрямленного значения должен показывать средневыпрямленное значение, однако, так как при градуировке на шкале указали действующее значение синусоиды, то показания прибора

$$U_{\Pi} = 1,11 U_{ср}.$$

Вольтметр с амплитудным преобразователем и закрытым входом измеряет амплитуду переменной составляющей сигнала, однако, поскольку прибор был отградуирован в действующих значениях синусоиды, то его показания определяются по формуле

$$U = (U_m - U_0) / 1,41,$$

где  $U_0 = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$  – постоянная составляющая сигнала, определяемая как первый член

разложения функции сигнала в ряд Фурье

**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 отградуированы 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.

При расчете показаний следует иметь в виду, что в импульсном напряжении (сигнал 3) присутствует постоянная составляющая, которая может быть определена как среднее значение сигнала.

Порядок решения: используя коэффициенты амплитуды и формы из таблицы, найти среднее, средневывпрямленное и действующее значения для каждого сигнала, и только после этого используя формулы перерасчета показаний вольтметров, определить, что покажет каждый прибор при измерении напряжения 1, 2, 3.

### **Задания для промежуточной аттестации**

#### **Контрольные вопросы к экзамену**

- 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 равноточных 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.

## **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**

- 4) 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.

5) 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.

6) 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.

7) Любушкина, Н.Н. Метрология 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

Изучение дисциплины «Метрология и технические измерения» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и лабораторных занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;

- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение расчетно-графической работы;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- подготовку к промежуточной аттестации (экзамену).

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется на лабораторных занятиях. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

Промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра и также оценивается в баллах. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам текущего контроля и баллов, полученных на промежуточной аттестации по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг – 100 баллов. Оценке «отлично» соответствует 85 - 100 баллов; «хорошо» – 75 - 84; «удовлетворительно» – 65 - 74; менее 64 – «неудовлетворительно» (смотри таблицу 6).

#### **Расчетно-графическая работа**

Задание ориентировано на формирование и развитие у обучающихся умений и навыков расчета и методов определения погрешностей с учетом и использованием действующих нормативных и методических документов университета.

В ходе выполнения РГР студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами расчета погрешностей. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход расчета. При выполнении работы студенты глубже изучают основную и специальную литературу, учатся работать с Internet ресурсами.

#### **Содержание**

РГР состоит из пояснительной записки. Пояснительная записка должна содержать: введение, основную часть (решение 5 задач), заключение и список использованных источников.

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки 10 – 15 с.

Выполненная пояснительная записка должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата работы на исправление.

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

Освоение дисциплины «*Метрология и технические измерения*» основывается на активном использовании Microsoft Office в процессе подготовки контрольной работы.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

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

- 1) Библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
- 2) Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/>
- 3) Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru/>

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

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	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 (практически) 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.

Цели самостоятельной 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.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

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.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

### **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.

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

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
102/3	Лаборатория общей электротехники	Стенд НТЦ-08. Электрические измерения
102/3	Лаборатория общей электротехники	Осциллограф С1-178

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

1. Виды, устройство и принцип действия аналоговых измерительных приборов.
2. Устройство и принцип действия осциллографа.

## **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. № 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 использо-

вания). 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.