

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**МЕТРОЛОГИЯ, КВАЛИМЕТРИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

Направление и направленность (профиль)  
21.03.01 Нефтегазовое дело. Нефтегазовое дело

Год набора на ОПОП  
2022

Форма обучения  
очная

Владивосток 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Метрология, квалиметрия и стандартизация» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело (утв. приказом Минобрнауки России от 09.02.2018г. №96) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Городников О.А., старший преподаватель, Кафедра транспортных процессов и технологий, [Gorodnikov.O@vvsu.ru](mailto:Gorodnikov.O@vvsu.ru)*

Утверждена на заседании кафедры транспортных процессов и технологий от 18.04.2023 , протокол № 8

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кузнецов П.А.

<b>ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ</b>	
Сертификат	1576663924
Номер транзакции	0000000000BE074F
Владелец	Кузнецов П.А.

## 1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплины «Метрология, квалиметрия и стандартизация» является формирование у студентов комплекса знаний в области практического применения современных методов и средств измерений физических величин, в том числе являющихся основными параметрами технологических процессов в нефтегазовом деле; методов достижения единства измерений и метрологического обеспечения; знаний законодательства и принципов государственной системы стандартизации; методологических основ квалиметрии и методов получения достоверной квалиметрической информации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- формирование знаний основных методов измерения, характеристик средств измерений, методов достижения единства измерений и метрологического обеспечения;
- формирование знаний основ государственной системы стандартизации, методов стандартизации;
- формирование знаний основ квалиметрии, способов определения уровня качества продукции, систем управления и менеджмента качества.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
21.03.01 «Нефтегазовое дело» (Б-НД)	ОПК-4 : Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1к : сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве	РД1	Знание	основных методов и способов получения измерительной информации и принципов работы средств измерений в лабораторных и производственных условиях трубопроводного транспорта углеводородов
			РД2	Умение	выбрать средства измерений для лабораторных и производственных условий трубопроводного транспорта углеводородов
			РД3	Навык	сопоставления методов и способов получения измерительной информации в лабораторных и производственных условиях трубопроводного транспорта углеводородов

	ОПК-4.2к : планирует и реализует эксперименты на основе типовых экспериментов на стандартном оборудовании	РД1	Знание	методов планирования проведения измерений на основе методов и способов получения измерительной информации; основ метрологического обеспечения, государственного регулирования, государственной системы стандартизации
		РД2	Умение	использовать методы и способы измерения параметров технологических процессов трубопроводного транспорта углеводородов; правильно организовывать метрологическое обеспечение производства; применять технические регламенты и государственные стандарты
		РД3	Навык	проведения измерений параметров технологических процессов трубопроводного транспорта углеводородов; применения методов метрологии и метрологического обеспечения; правильного использования принципов технического регулирования и стандартизации
	ОПК-4.3к : обрабатывает результаты экспериментальной деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы	РД1	Знание	основных способов хранения, обработки и методов управления измерительной информацией
		РД2	Умение	обрабатывать и управлять измерительной информацией
		РД3	Навык	работы с техническими средствами для обработки и управления измерительной информацией

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология, квалиметрия и стандартизация » входит в структуру базовой части учебного плана направления 21.03.01 Нефтегазовое дело.

## 3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо-емкость (З.Е.)	Объем контактной работы (час)					СРС	Форма аттес-тации	
					Всего	Аудиторная			Внеауди-торная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА			КСР
21.03.01 Нефтегазовое дело	ОФО	Б1.Б	3	3	37	18	0	18	1	0	71	3

## 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

### 4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код ре-зультата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Метрология и метрологическое обеспечение	РД1, РД1, РД1	6	0	6	25	Собеседование, лабораторные работы.
2	Стандартизация и техническое регулирование	РД3, РД3, РД3	6	0	6	23	Собеседование, лабораторные работы.
3	Квалиметрия и управление качеством	РД2, РД2, РД2	6	0	6	23	Собеседование, лабораторные работы.
<b>Итого по таблице</b>			<b>18</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>71</b>	

### 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

*Тема 1 Метрология и метрологическое обеспечение.*

Содержание темы: Тема 1.1. Основы техники измерений параметров технических систем. Системы физических величин. Единство измерений. Эталоны единиц. Модель измерения. Виды и методы измерений. Погрешности измерений. Методы обработки результатов измерений. Тема 1.2. Нормирование метрологических характеристик средств измерений. Виды средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Классы точности средств измерений. Расчёт погрешности измерительной системы. Метрологические характеристики цифровых средств измерений. Тема 1.3. Метрологическое обеспечение и принципы выбора средств измерений. Основы метрологического обеспечения. Метрологические органы, службы и организации. Нормативно-правовые основы метрологии. Государственный метрологический контроль и надзор. Поверка средств измерений. Принципы выбора средств измерений. Выбор цифровых средств измерений по метрологическим характеристикам.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, лабораторные работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторным работам.

## *Тема 2 Стандартизация и техническое регулирование.*

Содержание темы: Тема 2.1. Стандартизация. Основы государственной системы стандартизации. Методы стандартизации. Принципы стандартизации. Категории и виды стандартов. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Тема 2.2. Стандартизация отклонений геометрических параметров деталей. Общие требования. Стандарты Единой системы допусков и посадок. Стандарты отклонений формы и расположения поверхностей деталей. Тема 2.3. Техническое регулирование. Принципы технического регулирования. Подтверждение соответствия. Схемы декларирования обязательного подтверждения соответствия. Добровольное подтверждение и декларирование соответствия. Знаки соответствия.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, лабораторные работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторным работам.

## *Тема 3 Квалиметрия и управление качеством.*

Содержание темы: Тема 3.1. Квалиметрия. Основные определения в квалиметрии. Методы определения показателей качества. Система показателей качества промышленной продукции. Методы определения уровня качества продукции. Проектная квалиметрия. Прогнозная квалиметрия. Тема 3.2 Управление качеством. Основные принципы управления качеством продукции. Метрологическое обеспечение качества продукции. Система менеджмента качества. Принципы построения системы менеджмента качества. Функционирование системы менеджмента качества на предприятии.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, лабораторные работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторным работам.

## **5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)**

### **5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы**

В ходе изучения данного курса студент слушает лекции по основным темам, посещает практические занятия, занимается индивидуально. Практические занятия предполагают как индивидуальное, так и групповое выполнение поставленных задач, коллективное обсуждение полученных результатов.

Особое место в овладении данным курсом отводится самостоятельной работе по изучению литературы, электронных изданий, работе с библиотечными и поисковыми системами.

Начиная изучение дисциплины, студенту необходимо:

- ознакомиться с программой, изучить список рекомендуемой литературы;
- внимательно разобраться в структуре курса, в системе распределения учебного материала по видам занятий, формам контроля, чтобы иметь представление о курсе в целом;
- информационные технологии: Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian.

### **5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Медведев, Ю. Н. Основы метрологии : учебное пособие по дисциплине «Метрология. Стандартизация. Сертификация» / Ю. Н. Медведев. - Москва : РУТ (МИИТ), 2020. - 83 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894728> (дата обращения: 15.05.2024).

2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология : учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03643-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490836> (дата обращения: 28.03.2023).

3. Шишмарёв, В. Ю., Метрология, стандартизация и технические измерения : учебник / В. Ю. Шишмарёв. — Москва : КноРус, 2023. — 469 с. — ISBN 978-5-406-10965-6. — URL: <https://book.ru/book/947207> (дата обращения: 15.05.2024). — Текст : электронный.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Заика, И. Т., Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия : учебник / И. Т. Заика. — Москва : КноРус, 2023. — 257 с. — ISBN 978-5-406-10484-2. — URL: <https://book.ru/book/945208> (дата обращения: 15.05.2024). — Текст : электронный.

2. Хрусталева, З. А., Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум. : учебное пособие / З. А. Хрусталева. — Москва : КноРус, 2019. — 171 с. — ISBN 978-5-406-06612-6. — URL: <https://book.ru/book/931412> (дата обращения: 15.05.2024). — Текст : электронный.

### **7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):**

1. Образовательная платформа "ЮРАЙТ"
2. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru"

3. Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM"
4. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>
6. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

**8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения**

Основное оборудование:

- Компьютеры
- Проектор
- Экран настенный рулонный

Программное обеспечение:

- AutoCAD
- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian
- Компас-3D

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**МЕТРОЛОГИЯ, КВАЛИМЕТРИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

Направление и направленность (профиль)  
21.03.01 Нефтегазовое дело. Нефтегазовое дело

Год набора на ОПОП  
2022

Форма обучения  
очная

Владивосток 2023

## 1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
21.03.01 «Нефтегазовое дело» (Б-НД)	ОПК-4 : Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1к : сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве
		ОПК-4.2к : планирует и реализует эксперименты на основе типовых экспериментов на стандартном оборудовании
		ОПК-4.3к : обрабатывает результаты экспериментальной деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

## 2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

**Компетенция ОПК-4 «Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные»**

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код результата	Тип результата	Результат	
ОПК-4.1к : сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве	РД1	Знание	основных методов и способов получения измерительной информации и принципов работы средств измерений в лабораторных и производственных условиях трубопроводного транспорта углеводородов	Сформировавшееся систематическое знание основных методов и способов получения измерительной информации и принципов работы средств измерений в лабораторных и производственных условиях трубопроводного транспорта углеводородов
	РД2	Умение	выбрать средства измерений для лабораторных и производственных условий трубопроводного транспорта углеводородов	Сформировавшееся систематическое умение подбора средства измерений для лабораторных и производственных условий трубопроводного транспорта углеводородов
	РД3	Навык	сопоставления методов и способов получения измерительной информации в лабораторных и производственных условиях трубопроводного транспорта углеводородов	Сформировавшиеся систематические навыки сопоставления методов и способов получения измерительной информации в лабораторных и производственных условиях трубопроводного транспорта углеводородов

ОПК-4.2к : планирует и реализует эксперименты на основе типовых экспериментов на стандартном оборудовании	РД1	Знание	методов планирования проведения измерений на основе методов и способов получения измерительной информации; основ метрологического обеспечения, государственного регулирования, государственной системы стандартизации	Сформированное систематическое знание методов планирования проведения измерений на основе методов и способов получения измерительной информации; основ метрологического обеспечения, государственного регулирования, государственной системы стандартизации
	РД2	Умение	использовать методы и способы измерения параметров технологических процессов трубопроводного транспорта углеводородов; правильно организовывать метрологическое обеспечение производства; применять технические регламенты и государственные стандарты	Сформированное умение использовать методы и способы измерения параметров технологических процессов трубопроводного транспорта углеводородов; правильно организовывать метрологическое обеспечение производства; применять технические регламенты и государственные стандарты
	РД3	Навык	проведения измерений параметров технологических процессов трубопроводного транспорта углеводородов; применения методов метрологии и метрологического обеспечения; правильного использования принципов технического регулирования и стандартизации	Сформированные систематические навыки проведения измерений параметров технологических процессов трубопроводного транспорта углеводородов; применения методов метрологии и метрологического обеспечения; правильного и использования принципов технического регулирования и стандартизации
ОПК-4.3к : обрабатывает результаты экспериментальной деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы	РД1	Знание	основных способов хранения, обработки и методов управления измерительной информацией	Сформированное систематическое знание основных способов хранения, обработки и методов управления измерительной информацией
	РД2	Умение	обрабатывать и управлять измерительной информацией	Сформированное умение обрабатывать и управлять измерительной информацией
	РД3	Навык	работы с техническими средствами для обработки и управления измерительной информацией	Сформированные систематические навыки работы с техническими средствами для обработки и управления измерительной информацией

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

### 3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения		Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Очная форма обучения				
РД1	Знание : основных методов и способов получения измерительной информации и принципов работы средств измерений в лабораторных и производственных условиях трубопроводного транспорта углеводородов	1.1. Метрология и метрологическое обеспечение	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД1	Знание : методов планирования проведения измерений на основе методов и способов получения измерительной информации; основ метрологического обеспечения, государственного регулирования, государственной системы стандартизации	1.1. Метрология и метрологическое обеспечение	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД1	Знание : основных способов хранения, обработки и методов управления измерительной информацией	1.1. Метрология и метрологическое обеспечение	Собеседование	Зачет в письменной форме
РД2	Умение : выбрать средства измерений для лабораторных и производственных условий трубопроводного транспорта углеводородов	1.3. Квалиметрия и управление качеством	Лабораторная работа	Зачет в письменной форме
РД2	Умение : использовать методы и способы измерения параметров технологических процессов трубопроводного транспорта углеводородов; правильно организовывать метрологическое обеспечение производства; применять технические регламенты и государственные стандарты	1.3. Квалиметрия и управление качеством	Лабораторная работа	Зачет в письменной форме
РД2	Умение : обрабатывать и управлять измерительной информацией	1.3. Квалиметрия и управление качеством	Лабораторная работа	Зачет в письменной форме
РД3	Навык : сопоставления методов и способов получения измерительной информации в лабораторных и производственных условиях трубопроводного транспорта углеводородов	1.2. Стандартизация и техническое регулирование	Лабораторная работа	Зачет в письменной форме

РДЗ	Навык : проведения изменений параметров технологических процессов трубопроводного транспорта углеводородов; применения методов метрологии и метрологического обеспечения; правильного использования принципов технического регулирования и стандартизации	1.2. Стандартизация и техническое регулирование	Лабораторная работа	Зачет в письменной форме
РДЗ	Навык : работы с техническими средствами для обработки и управления и измерительной информацией	1.2. Стандартизация и техническое регулирование	Лабораторная работа	Зачет в письменной форме

#### 4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство			
	Устное собеседование	Лабораторная работа	Зачет	Итого
Лекции	20			20
Лабораторная работа		40		40
Самостоятельная работа	10			10
Промежуточная аттестация			30	30
Итого	30	40	30	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

## 5 Примерные оценочные средства

### 5.1 Примерный перечень вопросов по темам

1. Что такое системы физических величин?
2. Принцип, по которому все измерения проведены в одной системе единиц.
3. Что такое эталоны единиц.
4. Способы и техники, для определения значений физических величин.
5. Как называются расхождения между измеренным значением и истинным значением величины
6. Инструменты и устройства, используемые для измерений физических величин.
7. Метрологические характеристики средств измерений.
8. Что такое группа средств измерений по степени их точности, определяемая требованиями измерений.
9. Расчёт погрешности измерительной системы.
10. Как называются специфические параметры цифровых приборов, определяющие их возможности и ограничения при проведении измерений.
11. Основы метрологического обеспечения.
12. Проверка эталона средств измерений.
13. Принципы выбора средств измерений.
14. Выбор цифровых средств измерений по метрологическим характеристикам.
15. Что такое принцип по разработке и утверждению стандартов в стране.
16. Как называются установления и согласования общепринятых требований к продукции.
17. Что руководствует разработкой и применением стандартов.
18. Категории и виды стандартов.
19. Что такое государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.
20. Документы, устанавливающие требования к размерам, форме и расположению поверхностей деталей.

#### *Краткие методические указания*

Собеседование проводится как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Уровень усвоения теоретического материала проверяется посредством опроса по одному вопросу из каждого представленного выше раздела.

#### *Шкала оценки*

Оценка	Баллы	Описание
отлично	10	Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, используя профессиональную терминологию
хорошо	7	Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, но затрудняется в формулировке профессиональных терминов
удовлетворительно	5	Студент правильно, но неполно и нечетко отвечает на поставленный вопрос и затрудняется в формулировке профессиональных терминов
плохо	3	Студент неправильно отвечает на поставленный вопрос
неудовлетворительно	0	Студент не отвечает на поставленный вопрос

### 5.2 Вопросы для защиты лабораторных работ

#### *Лабораторная работа №1.*

Виды физических величин и единиц. Размерности физических величин. Международная система единиц физических величин.

#### *Лабораторная работа №2.*

Методы измерений. Виды измерений. Средства измерений и их погрешности. Виды погрешностей измерений: случайные, систематические, субъективные и грубые погрешности. Способы их исключения.

### Лабораторная работа №3.

Обработка результатов прямых многократных измерений.

#### Краткие методические указания

Результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ должны быть оформлены в виде отчета. Студентом должны быть подготовлены ответы на контрольные вопросы по темам лабораторных работ. В лабораторных работах осваиваются навыки, которые необходимы, чтобы качественно выполнить кейс и затем использовать эти навыки при выполнении студенческих работ, а затем и в профессиональной деятельности.

#### Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	36-45	Студент демонстрирует навыки на итоговом уровне: может свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
4	26-35	Студент демонстрирует навыки на среднем уровне: освоил основные умения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
3	11-25	Студент демонстрирует умения и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных умений, навыков по дисциплинарной компетенции, испытываются значительные затруднения при оперировании умениями и при их переносе на новые ситуации.
2	0-10	Студент демонстрирует умения и навыки на уровне ниже базового: проявляется недостаточность умений и навыков.

### 5.3 Вопросы к зачету (письменная форма)

**1. Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности называется...**

- А) Государственной системой обеспечения единства измерений
- Б) Квалиметрией
- В) Метрологией
- Г) Стандартизацией.

**2. К задачам метрологии не относится:**

- А) Разработка теории, методов и средств измерений и контроля;
- Б) Обеспечение единства измерений;
- В) Разработка методов оценки погрешностей.
- Г) Установление требований к качеству продукции с учетом ее безопасности.

**3. Метрология, как наука, занимается величинами:**

- А) Математическими;
- Б) Физическими
- В) Идеальными
- Г) Вычисляемыми

**4. Наибольшее количество действий можно выполнить по шкале...**

- А) отношений
- Б) интервалов
- В) порядка
- Г) наименований

**5. Производная физическая величина – это величина...**

- А) отображающая истинное значение измеряемой величины;
- Б) отображающая действительное значение измеряемой величины;
- В) определяемая через основные физические величины;
- Г) оцениваемая

**6. Производной единицей системы SI не является**

- А) Сила, вес
- Б) Мощность
- В) Количество вещества
- Г) Электрическое сопротивление

**7. В способ получения измерительной информации не входят...**

- А) дифференциальные измерения
- Б) прямые измерения
- В) совокупные измерения
- Г) косвенные измерения

**8. К косвенным измерениям относится**

- А) измерения, при которых искомое значение интуитивно подбирается;
- Б) измерения, результаты которых получаются непосредственно их опыта;
- В) измерения, при которых искомое значение величины определяется на основании известной зависимости;
- Г) измерения, при которых искомое значение определяется путем решения системы уравнений;

**9. Если определяются характеристики случайных процессов, то измерения называются**

- А) статистическими
- Б) косвенными
- В) совокупными
- Г) прямыми

**10. Разность между измеряемой величиной и действительной называется погрешностью...**

- А) относительной
- Б) приведенной
- В) абсолютной
- Г) систематической

**11. Абсолютная погрешность измеряется**

- А) в процентах
- Б) в именованных единицах
- В) в относительных единицах
- Г) безразмерная

**12. Отношение абсолютной погрешности к верхнему пределу данного средства измерений называется погрешностью...**

- А) абсолютной
- Б) приведенной
- В) случайной
- Г) относительной

**3. Измерение мощности в цепи постоянного тока с помощью амперметра и вольтметра относится к**

- А) прямым измерениям;
- Б) совокупным измерениям;
- В) косвенным измерениям;
- Г) совместным измерениям.

**14. Измерение сопротивления резистора с помощью образцовой меры сопротивления относится к**

- А) совместным измерениям;
- Б) прямым измерениям;
- В) косвенным измерениям;
- Г) совокупным измерениям.

**15. Отклонение результатов измерений от истинного (действительного) значения измеряемой величины называется:**

- А) точностью измерений;
- Б) правильностью измерений;
- В) погрешностью измерений;
- Г) сходимостью измерений.

**16. К метрологическим характеристикам средств измерений не относится..**

- А) точность
- Б) цена деления
- В) качество
- Г) чувствительность

**17. Первичным эталоном является эталон,....**

- А) воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью
- Б) изготовленный впервые в мире
- В) обеспечивающий постоянство размера единицы физической величины во времени
- Г) изготовленный впервые в стране

**18. Метрологические службы юридических лиц создаются для...**

- А) контроля качества продукции выпускаемой предприятием
- Б) контроля соответствия продукции предприятия обязательным требованиям стандартов
- В) внедрения системы качества на предприятии
- Г) выполнения работ по обеспечению единства измерений на своих предприятиях

**19. Сколько отсчетов по шкале образцового прибора необходимо выполнить при поверке электромеханического приборов?**

- А) Пять
- Б) По всем оцифрованным делениям шкалы поверяемого прибора
- В) десять
- Г) по всем оцифрованным делениям шкалы образцового прибора

**20. Нестабильность показаний прибора, т.е. алгебраическая разность между наибольшими и наименьшими результатами измерений при многократных измерениях одной и той же величины в неизменных условиях называется:**

- А) вариацией показаний;
- Б) диапазоном показаний;
- В) чувствительностью прибора;
- Г) диапазоном измерений.

**21. Общероссийские классификаторы технико-экономической информации это - ...?**

- А) Правовой документ
- Б) Технический документ
- В) Нормативный документ
- Г) Научный документ

**22. Средство измерения не подлежит поверке. Какой способ применим для контроля его метрологических характеристик?**

- А) Испытания
- Б) Сличение с национальным эталоном калибровка
- В) Метрологическая аттестация
- Г) Сертификация

**23. Порядок разработки, принятия, введения в действие, применения и ведения общероссийских классификаторов технико-экономической информации устанавливает ...?**

- А) ГОСТ
- Б) Госстандарт
- В) Постановление правительства
- Г) Научный институт

**24. Нутромер используют для измерения?**

- А) Длины
- Б) Глубины
- В) Диаметра
- Г) Окружности

**25. Прибор для оценки шероховатости поверхностей называется**

- А) Штангенрейсмасс
- Б) Профилограф
- В) Дефектоскоп
- Г) Шерохотоскоп

**26. Номинальным размером называется размер, полученный в результате:**

- А) Измерения
- Б) Расчета
- В) Эксперимента
- Г) Исследования

**27. Контроль, при котором определяется соответствие покупных сырья, материалов, полуфабрикатов и др. заданным требованиям по результатам взаимодействия объекта контроля с различными физическими полями и излучениями, называется ...**

- А) Неразрушающий приёмочный контроль
- Б) Разрушающий входной контроль
- В) Периодический контроль
- Г) Неразрушающий входной контроль

**28. Основной нормативно-технический документ по стандартизации?**

- А) Федеральный закон "О техническом регулировании"
- Б) Стандарт
- В) Техусловие
- Г) Федеральный закон "О стандартизации"

**29. По своему значению допуск может быть величиной:**

- А) Иррациональной
- Б) Положительной
- В) Отрицательной
- Г) Неопределенной

**30. Исследование средства измерений, ввезенного из-за границы, выполняемое метрологическим органом с целью определения его действительных (индивидуальных) значений метрологических характеристик - это ...**

- А) Испытания
- Б) Поверка
- В) Калибровка
- Г) Метрологическая аттестация

*Краткие методические указания*

Зачет проводится по темам, связанным с изучаемой дисциплиной, рассчитанный на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Уровень усвоения теоретического материала проверяется посредством выборочного опроса по разделам дисциплины.

*Шкала оценки*

№	Баллы	Описание
отлично	30	Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, используя профессиональную терминологию
хорошо	24	Студент правильно, полно и четко отвечает на поставленный вопрос, но затрудняется в формулировке профессиональных терминов
удовлетворительно	18	Студент правильно, но неполно и нечетко отвечает на поставленный вопрос и затрудняется в формулировке профессиональных терминов
плохо	12	Студент неправильно отвечает на поставленный вопрос
неудовлетворительно	0	Студент не отвечает на поставленный вопрос

## КЛЮЧИ К ОЦЕНОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### «МЕТРОЛОГИЯ, КВАЛИМЕТРИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ»

#### 5.1 Примерный перечень вопросов по темам

1. Порядочные наборы.
2. Единство измерений.
3. Образцы, для определения единиц измерения.
4. Методы измерений.
5. Погрешности измерений.
6. Виды измерений.
7. Точность, диапазон измерений, чувствительность и т.д.
8. Классы точности средств измерений
9. Определения общей погрешности.
10. Метрологические характеристики цифровых средств.
11. Обеспечение точности и надежности.
12. Поверка средств измерений.
13. Выбор инструмента для конкретной задачи.
14. Выбор цифровых приборов на основе их технических параметров.
15. Основы государственной системы стандартизации.
16. Методы стандартизации.
17. Принципы стандартизации.
18. Классификация стандартов по их назначению.
19. Система проверок и мер.
20. Стандарты Единой системы допусков и посадок.

#### 5.2 Вопросы для защиты лабораторных работ

Лабораторная работа №1.

*Пример выполнения лабораторной работы 1*

Диаметр круга, равновеликого отпечатку движущегося колеса, определяется по формуле

$$D_0 = \sqrt{\frac{4 K_{дин} Q_n}{\pi p_p}},$$

где  $K_{дин}$  - коэффициент динамичности;  $Q_n$  - нагрузка на колесо, кН;

$p_p$  - давление воздуха в шинах, МПа.

Необходимо найти размерность диаметра круга, наименование и обозначение единицы измерения этой физической величины.

**Решение:**

1. Найдем размерности всех входящих в формулу величин:

$$\dim Q_n = LMT^{-2};$$

$$\dim p_p = L^{-1}MT^{-2};$$

$K_{дин}, \pi$  – безразмерные величины.

2. Так как физическая величина "диаметр круга" находится в левой части уравнения, то ее размерность можно определить путём подстановки в правую часть уравнения размерностей, входящих в формулу величин (без учёта коэффициентов и безразмерных величин):

$$\dim D_\theta = \sqrt{\frac{\dim Q_n}{\dim p_p}} = \sqrt{\frac{L \times M \times T^{-2}}{L^{-1} \times M \times T^{-2}}} = \sqrt{L^2} = L$$

3. В соответствии с [4] (табл. П.1.3) находим наименование и обозначение физической величины.

Наименование – метр.

Обозначение – м.

4. К основным физическим величинам относится диаметр круга  $D_\theta$ , к производным – нагрузка на колесо  $Q_n$ , давление воздуха в шинах  $p_p$ , к безразмерной величине – коэффициент динамичности  $K_{дин}$ .

Лабораторная работа №2.

Пример выполнения задания №1

Необходимо найти среднее значение расстояния между ориентирами при пятикратном измерении, если получены следующие значения: 20,489; 20,483; 20,485; 20,488; 20,494 (м), и определить доверительный интервал, в котором находится это значение, с доверительной вероятностью  $P_\delta = 0,98$ .

**Решение**

- определим среднее значение измеренной величины по формуле (2.1):

$$\bar{X} = (20,489 + 20,483 + 20,485 + 20,488 + 20,494)/5 = 20,488;$$

- вычислим среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  по формуле (2.3):

$$\sigma = \sqrt{\frac{(20,489 - 20,488)^2 + (20,483 - 20,488)^2 + \dots + (20,494 - 20,488)^2}{5 - 1}} = 0,00421 ;$$

- вычислим среднее квадратическое отклонение для среднего арифметического по формуле (2.5):

$$\sigma_x = \frac{0,00421}{\sqrt{5}} = 0,00188 ;$$

- определим по формуле (2.6) границы доверительного интервала, в котором с заданной вероятностью  $P_\delta = 0,98$  и величиной коэффициента Стьюдента  $t_c = 3,75$  находится полученное значение:

$$I_D = (\bar{X} - t_c \times \sigma_x; \bar{X} + t_c \times \sigma_x) = (20,488 - 0,007; 20,488 + 0,007) = (20,491; 20,495)$$

Результат измерения можно записать в виде  $20,488 \pm 0,007$  м при доверительной вероятности  $P_\delta = 0,98$ .

### Пример выполнения задания № 2

Сопротивление нагрузки определяется по закону Ома  $R = U/I$ . Показания вольтметра  $U = 100$  В, амперметра  $I = 2$  А. Средние квадратические отклонения показаний: вольтметра  $\sigma_U = 0,5$  В, амперметра  $\sigma_I = 0,05$  А. Найти доверительные границы истинного значения сопротивления с вероятностью  $P_\delta = 0,95$

### Решение

Найдём среднее значение величины  $R$  исходя из средних значений величин вольтметра  $U$  и амперметра  $I$ :

$$R = 100/2 = 50 \text{ Ом.}$$

Для оценки точности полученного результата вычислим частные производные и частные погрешности измерений:

$$f'_U = \frac{\partial R}{\partial U} = \frac{1}{I} = \frac{1}{2} = 0,5 ;$$

$$f'_I = \frac{\partial R}{\partial I} = -\frac{U}{I^2} = -\frac{100}{4} = -25$$

Определим доверительные границы для приборов, приняв величину коэффициента Стьюдента  $t_c = 1,96$  для  $n = \infty$ :

$$\Delta U = t_c \times \sigma_U = 1,96 \times 0,5 = 0,98 \text{ В;}$$

$$\Delta I = t_c \times \sigma_I = 1,96 \times 0,05 = 0,098 \text{ А.}$$

По формуле (2.8) рассчитаем результирующую погрешность косвенного измерения:

$$\Delta R = \sqrt{(f'_U)^2 \times \Delta U^2 + (f'_I)^2 \times \Delta I^2} = \sqrt{(0,5)^2 \times (0,98)^2 + (-25)^2 \times (0,098)^2} = 2,5 \text{ Ом.}$$

Следовательно, результат измерения для доверительной вероятности  $P_\delta = 0,95$  можно записать в виде  $50 \pm 2,5$  Ом.

*Пример выполнения задания № 3*

Класс точности прибора  $0,5 = 5 \cdot 10^{-1}$ , шкала прибора от 0 до  $200^{\circ}\text{C}$ , показание прибора  $124^{\circ}\text{C}$ . Чему равна измеряемая величина?

**Решение**

Найдём предел допускаемой погрешности как 0,5 % от верхнего предела измерений ( $200^{\circ}\text{C}$ ):

$$200 \times 0,5 / 100 = 1^{\circ}\text{C},$$

следовательно, измеряемая величина равна  $T = 124 \pm 1^{\circ}\text{C}$  или находится в пределах  $123^{\circ}\text{C} \leq T \leq 125^{\circ}\text{C}$ .

Лабораторная работа №3.

*Пример выполнения задания № 1*

В результате измерений получено двадцать значений физической величины ( $X$ ): 4,2; 4,5; 5,2; 4,0; 3,8; 3,6; 3,7; 4,3; 4,2; 3,9; 3,8; 4,1; 3,6; 4,5; 3,7; 4,0; 4,4; 4,2; 3,9; 4,1.

**Решение**

Значение 5,2 резко отличается от остальных и вызывает сомнение. Проверим, можно ли его использовать при дальнейшей обработке результатов или следует отбросить.

Исключим результат, вызывающий сомнение, и вычислим среднее значение (математическое ожидание) оставшихся результатов измерений по формуле (2.1):

$$\bar{X} = (4,2 + 4,5 + 4,0 + \dots + 4,1) / 19 = 4,026 \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n},$$

- вычислим дисперсию по формуле (2.4):

$$D = (4,2 - 4,026)^2 + (4,5 - 4,026)^2 + (4,0 - 4,026)^2 + \dots + (4,1 - 4,026)^2 = 1,477,$$

- вычислим среднее квадратическое отклонение по формуле (2.3):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1,477}{19 - 1}} = 0,286,$$

- найдем величину  $3\sigma$  :

$$3\sigma = 3 \times 0,286 = 0,859.$$

Доверительный интервал, в котором находится результат измерения, составляет

$$I_d = (\bar{X} - 3\sigma; \bar{X} + 3\sigma) = (4,026 - 0,859; 4,026 + 0,859) = (3,166; 4,885)$$

Таким образом, значение 5,2 не входит в интервал 3, следовательно, по правилу «трех сигм» его следует отбросить.

*Пример выполнения задания № 2*

В результате измерений получены шесть значений физической величины:

7,2 7,5 7,1 6,8 6,7 8,3.

Последний результат вызывает сомнения. Проверим по критерию Романовского, не является ли он промахом.

**Решение**

Вычислим среднее арифметическое значение результатов измерений без учёта последнего результата, т.е. для пяти значений по формуле

$$\bar{X} = (7,2 + 7,5 + 7,1 + 6,8 + 6,7) / 5 = 7,06$$

- вычислим дисперсию по формуле:

$$D = (7,2 - 7,06)^2 + (7,5 - 7,06)^2 + (7,1 - 7,06)^2 + \dots + (6,7 - 7,06)^2 = 0,412$$

- вычислим среднее квадратическое отклонение по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,412}{5-1}} = 0,321$$

- найдем предельно допустимую ошибку  $\Delta X_{\text{пред}}$ .

При количестве измерений  $n = 5$  и доверительной вероятности  $P_0 = 0,99$  коэффициент  $t_p = 1,97$ :

$$\Delta X_{\text{пред}} = 1,97 \times 0,321 = 0,632$$

Так как при проверке отбрасывалось максимальное значение, проверим первое неравенство в выражении (3.3):

$$(8,3 - 7,06) = 1,24.$$

Выполняется условие  $1,24 > 0,632$ , следовательно, по критерию Романовского последний результат измерения необходимо отбросить.

### 5.3 Вопросы к зачету (письменная форма)

1. В)

2. Г)
3. Б)
4. А)
5. Б)
6. Б)
7. А)
8. Б)
9. А)
10. Б)
11. Б)
12. Б)
13. Б)
14. Г)
15. Б)
16. Б)
17. А)
18. Г)
19. Б)
20. А)
21. Б)
22. Б)
23. Б)
24. Б)
25. Б)
26. Б)
27. Г)
28. Б)
29. Б)
30. Г)