

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Н.К. Кондрашева

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности доцент  
Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Химическая технология неорганических веществ
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент С.Н.Салтыкова

**Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация контрольно-измерительных приборов в химической технологии» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 922 от 07.08.2020 г.;
- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ»

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент каф. ХТПЭ Салтыкова С.Н.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2022г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой ХТПЭ \_\_\_\_\_ Н.К. Кондрашева

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация контрольно-измерительных приборов в химической технологии» является формирование у студентов знаний и навыков в области методов измерения теплотехнических параметров, овладение современными техническими средствами измерения.

Задачами дисциплины являются:

- формирование знаний и умений, необходимых для выбора, внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технического контроля, а также информационного и метрологического обеспечения систем автоматизации.
- овладение приемами рационализации технических схем, ориентированными на оптимизацию работы химических агрегатов и обеспечение достоверности представляемых показаний и расчетов;
- приобретение понимания проблем устойчивого развития и достоверности, связанных с техническими измерениями, расчетами и проектированием.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация контрольно-измерительных приборов в химической технологии» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «18.03.01 Химическая технология» и изучается в 7-ом семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация контрольно-измерительных приборов в химической технологии» являются «Физика», «Электротехника и промышленная электроника», «Введение в информационные технологии».

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация контрольно-измерительных приборов в химической технологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Организация научных исследований в химической технологии неорганических веществ», «Системы управления химико-технологическими процессами неорганических веществ», «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии неорганических веществ».

Особенностью дисциплины является - развитие у студентов навыков и умений для внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технического контроля.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация контрольно-измерительных приборов в химической технологии» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен обеспечить проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического	ОПК-4	ОПК-4.1. <b>Знает:</b> комплекс измерительных средств (приборов), фиксирующих значения важнейших параметров работы всех технологических аппаратов; комплекс локальных средств регулирования, определяющих нормальную и безопасную работу оборудования и технологии в целом; технологию проведения типовых экспериментов на стандартном

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья		оборудовании в лаборатории и на производстве; основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; физико-химические закономерности протекающих процессов на различных стадиях технологического процесса
		<b>ОПК-4.2.Умеет:</b> применять знания смежных и сопутствующих дисциплин при решении профессиональных задач; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; определять основные статические и динамические характеристики объектов; анализировать технологические параметры процесса и выполнять обработку полученных результатов
		<b>ОПК-4.3.Владеет:</b> навыками работы на современных приборах и устройствах; методами управления и регулирования химико-технологических процессов; способностью анализировать технологический процесс как объект управления; навыками проведения стандартных и сертификационных испытаний материалов, изделий

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>21</b>	<b>21</b>
Проработка конспекта лекций	6	6
Расчетно-графическая работа (РГР)	6	6
Подготовка к лабораторным занятиям	9	9
<b>Промежуточная аттестация –зачет (З)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>72</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Введение. Общие сведения об измерениях»	6	2	-	2	2
Раздел 2 «Измерение температуры»	13	3	-	6	4
Раздел 3 «Измерение давления»	13	3	-	6	4
Раздел 4 «Измерение уровня жидкости и сыпучих материалов»	13	3	-	6	4
Раздел 5 «Измерение расхода»	13	3	-	6	4
Раздел 6 «Методы анализа газов и жидкостей»	14	3	-	8	3
Итого:	72	17	-	34	21

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение. Общие сведения об измерениях	Задачи курса и методика его изучения. Современное состояние контроля технологических параметров. Измеряемые физические величины. Сущность и основные характеристики измерений. Методы измерений. Погрешности измерений и классификация средств измерений.	2
2	Измерение температуры	Классификация средств измерения. Термометры расширения, манометрические термометры. Термоэлектрические преобразователи. Методы и приборы измерения термо-ЭДС. Термометры сопротивления, их характеристики. Измерительные приборы для термометров сопротивления. Методы измерения температуры нагретых тел по их излучению.	3
3	Измерение давления	Общие сведения. Жидкостные приборы для измерения давления и разряжения. Дифференциальные манометры. Дифференциальные приборы с трубчатой манометрической пружиной, мембраной, сильфоном. Электрические манометры и вакуумметры.	3
4	Измерение уровня жидкости и сыпучих	Классификация физических методов построения первичных преобразователей	3

	материалов	уровня. Механические уровнемеры (поплавковые). Буйковые уровнемеры. Гидростатические уровнемеры (манометрические и пьезометрические). Электроконтактные уровнемеры. Кондуктометрические, емкостные, ультрозвуковые и акустические уровнемеры. Уровнемеры для сыпучих материалов.	
5	Измерение расхода	Измерение количества и расхода жидкостей и газов. Классификация методов и приборов. Счетчики скоростные и объемные. Расходомеры переменного давления, основы теории. Расчет статической характеристики сужающего устройства, оценка погрешности расходомера. Методика использования сужающего устройства для измерения расходов давления. Расходомеры скоростного напора. Расходомеры постоянного перепада давления (электромагнитные, ультразвуковые, тепловые и др.) Вихревые расходомеры.	3
6	Методы анализа газов и жидкостей	Объемные химические газоанализаторы. Тепловые газоанализаторы. Магнитные газоанализаторы. Оптические и оптико-акустические газоанализаторы. Хроматографические газоанализаторы. Анализ состава жидкостей. Кондуктометрические методы анализа.	3
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Оценка погрешностей при точных измерениях	2
2	Раздел 2	Изучение, поверка и испытание жидкостных стеклянных термометров	6
3	Раздел 3	Изучение, поверка пружинных технических манометров	6
4	Раздел 5	Измерение расхода воздуха различными метода	6
5	Раздел 2	Изучение, поверка и испытание нормирующего преобразователя, работающего в комплекте с термопреобразователем сопротивления	6
6	Раздел 6	Анализ состава газов	8
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

#### Раздел 1. Введение. Общие сведения об измерениях

1. Что называется средством измерения?
2. Что входит в средства измерений?
3. Охарактеризуйте основные виды средств измерений.
4. Дайте характеристику государственной системе промышленных приборов и средств автоматизации.
5. Дайте определение класса точности и допускаемых погрешностей.

#### Раздел 2. Измерение температуры

1. Что такое температура?
2. Перечислите термометры, применяемые при контактных методах измерения температуры.
3. Перечислите погрешности, возникающие, при измерении жидкостными стеклянными термометрами, способы их учета и уменьшения.
4. Расскажите о принципе действия манометрических термометров, их конструкции, диапазоне измерения, области применения.
5. Как определить поправку на температуру свободных концов термоэлектрического преобразователя?

#### Раздел 3. Измерение давления

1. Что такое абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление?
2. Какие единицы давления применяются? Соотношение между единицами давления.
3. Дайте сравнительную характеристику упругих чувствительных элементов.
4. Как осуществляется поверка приборов для измерения давления?
5. Какое влияние на показания оказывает сопротивление линий связи между первичным и вторичным приборами дифференциально-трансформаторной системы?

#### Раздел 4. Измерение уровня жидкости и сыпучих материалов

1. Как изменятся показания дифманометрического уровнемера (завышение или занижение) при повышении давления и температуры воды? Первоначальное давление 7 МПа.
2. Зависит ли от текущего значения уровня абсолютная погрешность измерения уровня, вызванная отсутствием уравнительного сосуда?
3. Зависит ли коэффициент преобразования емкостного преобразователя уровня от соотношения диэлектрических проницаемостей жидкости и ее паров?
4. Изменяется ли при изменении уровня осадка бука уровнемера, снабженного преобразователем с силовой компенсацией?

#### **Раздел 5. Измерение расхода**

1. Охарактеризуйте область применения расходомеров переменного перепада давления, достоинства и недостатки этого метода измерения расхода.
2. Какие типы сужающих устройств Вы знаете?
3. Какие величины определяют геометрическое и гидродинамическое подобие сужающих устройств при определении коэффициента истечения?

#### **Раздел 6. Методы анализа газов и жидкостей**

1. Дайте классификацию средств измерений состава газов.
2. Какие компоненты газовой смеси измеряются для контроля топочных процессов на электростанциях, в промышленных и отопительных котельных?
3. Опишите работу химических газоанализаторов.
4. На каком принципе основана работа тепловых газоанализаторов?
5. Поясните принцип действия термомагнитных газоанализаторов.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету (по дисциплине):**

1. Как измеряют расход сыпучих материалов при конвейерном транспорте (открытым способом)?
2. Какие датчики применяют при измерении расхода сыпучих материалов открытым способом?
3. Как измеряют расход сыпучих материалов при пневмотранспорте?
4. Для чего и как контролируют плотность аэросмеси при измерении расхода сыпучих материалов при пневмотранспорте?
5. Измерение температуры термоэлектрическими термометрами.
6. Что подразумевают под давлением газа или жидкости?
7. Как называют прибор, предназначенный для измерения избыточного давления?
8. Каким образом определяется избыточное давление, если известны абсолютное и атмосферное давление?
9. Что понимается под прямыми и косвенными измерениями?
10. Как подразделяются средства измерения в зависимости от назначения?
11. Погрешности измерения.
12. Класс точности и допускаемые погрешности.
13. Проверка измерительных приборов.
14. Методы измерения температур.
15. Температурные шкалы.
16. Классификация приборов для измерения температур.
17. Стекланные и жидкостные термометры (общая характеристика).
18. Охарактеризуйте манометрические термометры и их конструктивное оформление.
19. Условия возникновения ЭДС.
20. Измерение термо-ЭДС.



21. Измерение термо-ЭДС милливольтметром.
22. Компенсационный метод измерения термоЭДС.
23. Охарактеризуйте различные типы термометров из группы благородных металлов и их конструктивное оформление.
24. Назначение и принцип действия милливольтметра.
25. За счет чего создается противодействующий момент в милливольтметре?
26. Суть нулевого метода измерений.
27. Принцип действия и разновидности термометров сопротивления.
28. Дайте полную характеристику платиновым термометрам сопротивления.
29. Основные характеристики термометров сопротивления.
30. Конструктивное оформление медных термометров сопротивления.
31. Конструктивное оформление платиновых термометров сопротивления.
32. Вторичные приборы термометров сопротивления (общая характеристика).
33. Принцип действия и устройство логомера.
34. За счет чего происходит уравнивание электрических моментов в логомере?
35. Уравновешенные измерительные мосты.
36. Классификация приборов для измерения давления.
37. Жидкостные манометры.
38. Деформационные манометры.
39. Расход вещества. Единицы измерения.
40. Классификация расходомеров по принципу действия.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

#### Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Расход жидкости или газа (м <sup>3</sup> /ч) по перепаду давления определяется по следующей формуле: где Δh – перепад давления, мм рт. ст.; ρ- плотность веса газа или жидкости, кг/см <sup>3</sup> ; F- сечение диафрагмы, м <sup>2</sup> ; k- коэффициент, зависящий от диаметра диафрагмы, трубы и др. величин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Q = kF \sqrt{\frac{\Delta h}{\rho}}</math></li> <li>2. <math>Q = k / F \sqrt{\frac{\Delta h}{\rho}}</math></li> <li>3. <math>Q = kF \sqrt{\Delta h \cdot \rho}</math></li> <li>4. <math>Q = kF \Delta h / \rho</math></li> </ol>
2.	Приборы, с помощью которых измеряют (... вариант ответа) называют расходомерами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вес жидкости или продуктов сгорания</li> <li>2. плотность контролируемых атмосфер или продуктов сгорания</li> <li>3. плотность жидкостей или газов</li> <li>4. разность потенциалов</li> </ol>
3.	Газоанализаторы – это приборы, с помощью которых измеряют (...докончите фразу)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вес жидкости или продуктов сгорания</li> <li>2. давление продуктов сгорания</li> <li>3. плотность контролируемых атмосфер или продуктов сгорания</li> </ol>

		4. состав газов контролируемых атмосфер или продуктов сгорания
4.	Величина, определяющая содержание водяных паров в газе, называется	1. плотностью 2. давлением 3. влажностью 4. весом
5.	Докончите определение: «Отношение веса водяного пара, находящегося в 1 м <sup>3</sup> газа, к максимально возможному весу водяного пара в 1 м <sup>3</sup> при той же температуре, называется...»	1. истинной влажностью 2. относительной сухостью газа 3. абсолютной влажностью 4. сухостью газа
6.	Термоэлектрический способ измерения температуры основан на явлении возникновения	1. электродвижущей силы в месте соединения однородных проводников при нагревании места их электрического соединения 2. разности веса двух проводников 3. линейного расширения в месте соединения двух разнородных проводников, составляющих термопару 4. электродвижущей силы в месте соединения двух проводников из различных металлов или сплавов, составляющих термопару
7.	Принцип действия оптического пирометра основан	1. на сравнении яркости монохроматического излучения двух тел: эталонного и тела, температуру которого измеряют 2. на сравнении поверхностей различных источников излучения 3. на сравнении различных источников излучения в лучах различных длин волн 4. на сравнении яркости полихроматического излучения двух тел: эталонного и тела, температуру которого измеряют
8.	"Измерительный прибор, на вход которого воздействует измеряемая величина, называется...(вставьте вариант ответа)	1. чувствительным элементом 2. вариацией прибора 3. первичным измерительным преобразователем 4. первичным измерительным преобразователем
9.	К какому виду средств измерений относится это определение? .?.- это средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.	1. мера 2. измерительный прибор 3. измерительный преобразователь 4. измерительная установка
10.	Приборы, принцип действия которых основан на (...выбрать нужный вариант) называют расходомерами	1. восприятию динамического напора, протекающего по трубопроводу вещества, чувствительным элементом

	переменного перепада давления	прибора, помещенным в поток 2. измерении изменяющихся в зависимости от расхода электрических параметров системы 3. измерении перепада давления на установленном внутри трубопровода сужающем устройстве 4. измерении параметров ультразвуковых колебаний, распространяющихся в потоке измеряемого вещества
11.	К какому признаку по классификации необходимо отнести масштабный преобразователь?	1. по методу измерения 2. по способу представления показаний 3. по способу представления величин 4. по положению в измерительной системе
12.	К какому признаку по классификации необходимо отнести аналоговый прибор?	1. по методу измерения 2. по способу представления показаний 3. по способу представления величин 4. по положению в измерительной системе
13.	Дайте определение, начиная с нужного понятия: ".?." - это то наименьшее изменение измеряемой величины, способное вызвать изменение показаний измерительного прибора или выходного сигнала преобразователя"	1. цена деления 2. порог чувствительности 3. стабильность средств измерения 4. диапазон измерения
14.	Приборы, принцип действия которых основан на (...выбрать нужный вариант) называют расходомерами обтекания	1. восприятию динамического напора, протекающего по трубопроводу вещества, чувствительным элементом прибора, помещенным в поток 2. на измерении изменяющихся в зависимости от расхода электрических параметров системы 3. измерении перепада давления на установленном внутри трубопровода сужающем устройстве 4. на измерении параметров ультразвуковых колебаний, распространяющихся в потоке измеряемого вещества
15.	"Область значений шкалы, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы называется..."(вариант ответа)	1. ценой деления 2. порогом чувствительности 3. точностью измерений 4. диапазоном показаний
16.	Закончите фразу: «Область значений измеряемой величины на шкале прибора, для которой нормированы допускаяемые погрешности средств измерений – это...»	1. цена деления 2. порог чувствительности 3. точность измерений 4. диапазон измерений
17.	Какая погрешность остается	1. систематическая

	постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины?	2. случайная 3. основная 4. дополнительная
18.	Дайте определение понятию «Статическая характеристика»	1. ?.. называют функциональную зависимость выходного сигнала от входного в установившемся режиме работы устройства 2. ?.. называют отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины 3. ?.. называют функциональную зависимость между значениями величин на выходе и входе средства измерений, составленную в виде графика, таблицы или формулы 4. ?... называют отношение сигнала на выходе измерительного преобразователя к вызывающему его сигналу на входе преобразователя
19.	Определите, по какой формуле вычисляется относительная погрешность измерительного прибора?	1. $\Delta = X_n - X_\partial$ 2. $\delta = \frac{\Delta}{X_\partial}$ 3. $\gamma = \frac{100\Delta}{(X_{верх} - X_{нижн})}$ 4. $\Delta X = Y_n - X_\partial$
20.	Наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений называются	1. погрешностью измерения 2. числовыми отметками шкалы 3. пределами измерений 4. делением шкалы

#### Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Математическое ожидание оценивается как:	1. $\tilde{m} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ 2. $\tilde{m} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n^2} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n^2}$ 3. $\tilde{m} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n^3} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n^3}$ 4. $\tilde{m} = \frac{x_1 - x_2 - x_3 - \dots - x_n}{n} = \frac{x_i}{n}$
2.	Величина, характеризующая	1. плотностью

	рассеяние, разбросанность значений случайной величины около ее математического ожидания называется...	2. погрешностью 3. дисперсией 4. ошибкой
3.	Выберите средства измерения температуры по тепловому электромагнитному излучению	1. термометр 2. пирометр 3. логометр 4. реометр
4.	К каким средствам измерения относятся приборы, использующие в качестве чувствительного элемента трубку Бурдона?	1. поршневые 2. жидкостные 3. ионизационные 4. деформационные
5.	В какой шкале температур точка кипения воды соответствовала значению 100?	1. шкала по Фаренгейту 2. шкала по Реомюру 3. шкала по Цельсию 4. шкала по Кельвину
6.	В каком типе термометров используется зависимость давления рабочего вещества от температуры?	1. манометрические термометры 2. жидкостные термометры 3. термодары 4. пирометры
7.	Для измерения термо-ЭДС термоэлектрических термометров применяют:	1. магнитоэлектрические милливольтметры 2. манометры 3. реометры 4. ареометры
8.	Принцип работы каких термометров основан на использовании закона Гей-Люссака?	1. термометры расширения 2. конденсационные манометрические термометры 3. жидкостные манометрические термометры 4. газовые манометрические термометры
9.	Определите, какую из приведенных ниже зависимостей называют основным уравнением термоэлектрического преобразователя?	1. $E_{AB(t,t_0)} = E_{AB(t)} - E_{AB(t_0)}$ ; 2. $E_{AB(t,t_0)} = E_{AB(t,t_0)} + E_{AB(t_0,t_0)}$ ; 3. $E_{АП(t,t_0)} - E_{ВП(t,t_0)} = E_{AB(t)} - E_{AB(t_0)}$ ; 4. $E_{AB(t,t_1)} - E_{AB(t_1,t_0)} = E_{AB(t,t_0)}$ ;
10.	Принцип действия, основанный на способности различных материалов изменять свое электрическое сопротивление с изменением температуры, заложен в основу:	1. термоэлектрических термометров 2. термометров сопротивления 3. милливольтметров 4. логометров
11.	Параметр, характеризующий изменение электрического сопротивления с температурой, называется:	1. сопротивлением термопреобразователя 2. температурным коэффициентом объемного расширения материала 3. температурным коэффициентом электрического сопротивления 4. средним температурным коэффициентом объемного расширения материала
12.	Зависимость температуры от спектральной энергетической	1. пирометра спектрального отношения 2. термометра сопротивления

	яркости, описываемой формулой Планка, заложена в основу:	3. потенциометра 4. пирометра полного излучения
13.	Дайте правильное соотношение между единицами измерения давления:	1. 1 бар=10 <sup>6</sup> Па 2. 1 бар=10 <sup>5</sup> Па 3. 1 бар=10 <sup>7</sup> кПа 4. 1 бар=10 <sup>-6</sup> Па
14.	На каком законе основано измерение температуры радиационными пирометрами?	1. закон Планка 2. закон Вина 3. закон Стефана-Больцмана 4. закон Фарадея
15.	В каких приборах используется не весь спектр длин волн излучения?	1. оптические пирометры 2. фотоэлектрические пирометры 3. пирометры спектрального отношения 4. пирометры частичного излучения
16.	Какие устройства, приведенные в списке, называют радиационными пирометрами?	1. квазимонохроматические пирометры 2. фотоэлектрические пирометры 3. пирометры спектрального отношения 4. оптические пирометры
17.	В каком устройстве, используя закон Планка, температура нагретого тела измеряется автоматически?	1. оптический пирометр 2. фотоэлектрический пирометр 3. пирометр типа «Проминь» 4. пирометр спектрального отношения
18.	Модуль сужающего устройства определяют: где d и D – диаметры отверстия сужающего устройства и трубы	1. $m = (d/D)^2$ 2. $m = (d/D)^3$ 3. $m = (d \cdot D)^3$ 4. $m = d/(D)^3$
19.	Средства измерения, предназначенные для измерения давления, называются:	1. потенциометрами 2. манометрами 3. пирометрами 4. уровнемерами
20.	Какой способ соединения термопар необходимо использовать при измерении температуры мало отличающейся от температуры среды?	1. стандартная термопара 2. батарея термопар 3. дифференциальная термопара 4. дифференциальная термобатарея

### Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какой способ измерения используется в милливольтметрах?	1. дифференциальный 2. нулевой 3. мостовой 4. прямого измерения
2.	Напоромеры измеряют давления	1. до 40 кПа 2. до 20 кПа 3. до 6 кгс/см <sup>2</sup> 4. до 10 Н/м <sup>2</sup>
3.	Приборы, измеряющие количество теплоты, перенесенной теплоносителем в единицу времени, называется	1. тепломером 2. расходомером переменного перепада 3. потенциометром 4. амперметром

4.	Прибор, измеряющий количество теплоты, перенесенной теплоносителем за некоторый промежуток времени, называется	1. тепломером 2. расходомером переменного перепада 3. потенциометром 4. амперметром
5.	Какая формула является статической характеристикой расходомеров переменного перепада?	1. $Q = \alpha F_k \sqrt{\frac{2gV}{\rho f} (\rho_n - \rho)}$ ; 2. $Q = \alpha F_0 \sqrt{2gH}$ ; 3. $Q = \alpha F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}$ ; 4. $Q = \sqrt{2g} \int_0^H \alpha x \sqrt{(H - y) \cdot dy}$ ;
6.	Какое уравнение определяет массовый расход несжимаемой жидкости?	1. $Q = \alpha F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}$ ; 2. $G = \alpha F_0 \sqrt{2\rho(P_1 - P_2)}$ ; 3. $Q = \alpha \varepsilon \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}$ ; 4. $Q = \alpha \varepsilon \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2\rho(P_1 - P_2)}$ ;
7.	Какой закон заложен в принцип работы электромагнитного расходомера?	1. закон Ома 2. закон Кирхгофа 3. закон Вольта 4. закон Фарадея
8.	В каких расходомерах может наблюдаться эффект поляризации?	1. расходомер постоянного перепада 2. щелевой расходомер 3. расходомер переменного уровня 4. калориметрический расходомер
9.	Принцип работы какого уровнемера основан на законе Архимеда?	1. контактный датчик 2. буйковый уровнемер 3. емкостный датчик 4. гидростатический уровнемер
10.	Статическая характеристика какого уровнемера определяется формулой $p = \rho g H$ ?	1. контактный датчик 2. буйковый уровнемер 3. емкостный датчик 4. гидростатический уровнемер
11.	Элемент в измерительной цепи, который воспринимает измеряемую величину, называется:	1. отсчетным устройством 2. преобразовательным элементом 3. чувствительным элементом 4. регистрирующим устройством
12.	Какое устройство для измерения уровня относится к визуальным средствам измерения?:	1. поплавковый уровнемер 2. гидростатический уровнемер 3. буйковый уровнемер 4. акустический уровнемер
13.	К каким плотномерам относятся	1. весовые плотномеры

	ареометры?	2. поплавковые плотномеры 3. гидростатические плотномеры 4. гидродинамические плотномеры
14.	Принцип действия какого плотномера основан на ослаблении $\gamma$ -лучей при прохождении их через слой жидкости?	1. ареометры 2. пьезометрические плотномеры 3. поплавковые плотномеры 4. весовые плотномеры
15.	Прибор, принцип действия которого основан на взаимодействии тока, проходящего через подвижную рамку прибора, с магнитным полем постоянного магнита, называется:	1. ареометром 2. милливольтметром 3. манометром 4. термобаллоном
16.	В каком приборе температура тела определяется по спектральной энергетической яркости излучения:	1. пирометр полного излучения 2. реометре 3. потенциометре 4. квазимонохроматическом пирометре
17.	В каком приборе температура тела определяется по отношению спектральных энергетических яркостей для двух длин волн:	1. пирометре квазимонохроматическом 2. резисторе 3. потенциометре 4. пирометре спектрального отношения
18.	Каким раствором должен быть заправлен химический газоанализатор, чтобы определить $SO_2$ в газах?	1. раствор мышьяковистой кислоты 2. раствор щелочного пирогаллола 3. раствор коллоидного палладия 4. аммиачный раствор однохлористой меди
19.	Каким раствором должен быть заправлен химический газоанализатор, чтобы определить в газах хлор?	1. раствор мышьяковистой кислоты 2. раствор щелочного пирогаллола 3. раствор коллоидного палладия 4. аммиачный раствор однохлористой меди
20.	Каким раствором должен быть заправлен химический газоанализатор, чтобы определить в газах хлор?	1. нефелометры 2. турбидиметры 3. калориметры 4. ультрафиолетовые анализаторы

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.



**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**7.1. Рекомендуемая литература**

**7.1.1. Основная литература**

1. Иванова, Г.М. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов/ Г.М. Иванова, Н.Д. Кузнецов, В.С. Чистяков.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Изд-во МЭИ, 2008.-458 с. — Режим доступа:

[https://www.elec.ru/files/2020/02/17/ Ivanova\\_G.M. Kuznecov\\_N.D. CHistyakov\\_V.S. Tep.PDF](https://www.elec.ru/files/2020/02/17/ Ivanova_G.M. Kuznecov_N.D. CHistyakov_V.S. Tep.PDF)

2. Кулаков, М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств / М.В. Кулаков. - М.: Альянс, 2016. - 424 с. — Режим доступа: <http://www.toroid.ru/kulakov.html>

3. Фарзани, Н.Г. Технологические измерения и приборы / Н.Г. Фарзани, Л.В. Илясов, А.Ю. Азим-Заде. - М.: Альянс, 2016. - 456 с — Режим доступа: [https://www.studmed.ru/farzane-ng-ilyasov-ly-tehnologicheskie-izmereniya-i-pribory\\_9c35cccbe4a.html](https://www.studmed.ru/farzane-ng-ilyasov-ly-tehnologicheskie-izmereniya-i-pribory_9c35cccbe4a.html)

4. Шишмарев, В.Ю. Технические измерения и приборы: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / В.Ю. Шишмарев. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 384 с. — Режим доступа: [https://www.academia-moscow.ru/ftp\\_share/\\_books/fragments/fragment\\_15221.pdf](https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_15221.pdf)

**7.1.2. Дополнительная литература**

1. Рачков, М.Ю. Технические измерения и приборы / М.Ю. Рачков. - М.: МГИУ, 2007. - 200 с. — Режим доступа: <https://avidreaders.ru/book/tehnicheskie-izmereniya-i-pribory-3-e.html>

2. Преображенский, В.П. Теплотехнические измерения и приборы: учебник для вузов/ В.П. Преображенский.- Изд.3-е перераб.-М.: Энергия, 1987.-703 с. — Режим доступа:

[https://www.elec.ru/files/2020/02/26/ Preobrazhensky\\_V.P. Teplotekhnicheskie izmereniya.PDF](https://www.elec.ru/files/2020/02/26/ Preobrazhensky_V.P. Teplotekhnicheskie izmereniya.PDF)

**7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Чистофорова Н.В., Колмогоров А.Г. Технические измерения и приборы. Часть 1. измерение теплоэнергетических параметров: учебное пособие / Чистофорова Н.В., Колмогоров А.Г. — Электрон. дан. — Ангарск, АГТА, 2008. — 200 с. — Режим доступа: [http://window.edu.ru/resource/098/62098/files/TIP\\_1.pdf](http://window.edu.ru/resource/098/62098/files/TIP_1.pdf)

2. Атрошенко Ю.К. Теплотехнические измерения и приборы: учебное пособие/ Ю.К. Атрошенко, Е.В. Иванова. Электрон. дан. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. — 151 с. — Режим доступа: [https://portal.tpu.ru/SHARED/j/JULIE55/stud\\_work/tech\\_izm/books/tip.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/j/JULIE55/stud_work/tech_izm/books/tip.pdf)

**7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal/>;

2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>;

3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>;

4.Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>;

5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>;

6.Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>;

7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>.

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

#### Аудитории для проведения лекционных занятий.

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### Аудитории для проведения лабораторных занятий.

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000 мм.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация контрольно-измерительных приборов в химической технологии».

### 8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 , Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования». Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 . CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio

(свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).