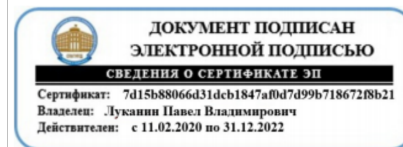


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
 дизайна»  
 (СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.21**

Метрология, технологические измерения и автоматизация

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++z130301-3\_22-15.plx

Кафедра:  Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки:  
 (специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
 (специализация) Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
3	УП	6	4	4	157	9	5	Экзамен
	РПД	6	4	4	157	9	5	
Итого	УП	6	4	4	157	9	5	
	РПД	6	4	4	157	9	5	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Рожков В.И.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации  
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области метрологии, технических измерений и автоматизации тепловых процессов

**1.2 Задачи дисциплины:**

- Научить студентов формулировать требования к выбору измерительных средств и средств автоматизации для конкретной задачи из имеющегося стандартного набора оборудования, правильно оценивать погрешности технических средств измерения и результатов измерений в технике и научных исследованиях.
- Решать вопросы информационного обеспечения АСУ ТП ТЭС.
- Формулировать требования к разрабатываемым системам автоматизации тепловых процессов

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Котельные установки и парогенераторы
- Математика
- Теоретическая механика
- Учебная практика, ознакомительная практика
- Физика
- Информатика
- Электротехника и электроника
- Физика для теплоэнергетиков
- Учебная практика, профилирующая практика
- Прикладная механика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-5: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники</b>
---

<b>Знать:</b> Методы и средства измерений, цифровые измерительные приборы; назначение и принцип действия средств измерения; оценку погрешностей при измерениях, информационно-измерительные системы, методики проведения теплотехнических измерений; основы теории автоматического управления производственными процессами.
---

<b>Уметь:</b> Выбирать средства измерений применительно к объектам профессиональной деятельности, проводить измерения величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность
---

<b>Владеть:</b> Навыками проведения измерений величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники
--

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Основы теории измерений						
Тема 1. Понятие величины измерения и результата измерений. Система СИ. Классификация измерений и методов измерений Лабораторная работа № 1: Мембранный пневматический преобразователь МПП-16 Лабораторная работа № 2: Изучение процесса изменения избыточного давления в измерительном ресивере при изменении температуры Лабораторная работа № 3: Изучение процесса изменения избыточного давления в измерительном ресивере при изменении температуры Лабораторная работа № 4: Изучение работы вакуумного эжектора Лабораторная работа № 5: Изучение процесса автоматического управления: поддержание постоянного давления в измерительном ресивере с помощью персонального компьютера Лабораторная работа № 6: Изучение работы приборов измерения температуры	3	0,5	4	20	ГД	
Тема 2. Погрешности. систематизация погрешностей, погрешности измерительных устройств, классы точности приборов		0,5			20	
Тема 3. Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). Разработка современных методов нормирования метрологических характеристик систем измерения и		0,5			6	
Раздел 2. Методы измерения температуры, уровня, давления, расхода						

<p>Тема 4. Общие сведения о температурных шкалах и единицах измерения температуры. Классификация приборов измеряющих температуру. Термометры расширения. Манометрические термометры. Термометры сопротивления. Термоэлектрические термометры. Приборы, работающие в комплекте с термометрами сопротивления и термопарами, стандартные градуировки.</p>	0,5			10	
<p>Тема 5. Измерение давления, уровня, расхода. Единицы измерения давления. Жидкостные манометры и дифманометры. Манометры с упругими чувствительными элементами. Преобразователи давления. Системы дистанционной передачи сигналов. Электроконтактные манометры. Манометры с тензопреобразователями. Основные сведения об установке манометров и дифманометров. Принцип действия и конструкция тягопаромеровки</p>	0,5			10	
<p>Тема 6. Измерение уровня в сосудах, находящихся под давлением. Буйковые, поплавковые, емкостные, пьезометрические уровнемеры и т.д.</p>	0,5			10	
<p>Тема 7. Основы теории измерения расхода расходомерами переменного перепада давления. Виды сужающих устройств. Расходомеры постоянного перепада давления. Тахометрические и индукционные расходомеры, вихревые и ультразвуковые расходомеры. Области применения.</p>	0,5	4		8	ГД
<p>Раздел 3. Информационно-измерительные системы в теплоэнергетике (ИИС). Методы анализа газов и растворов</p>					
<p>Тема 8. Алгоритмы обработки измерительной информации. Принципы построения систем централизованного контроля теплоэнергетическими объектами. Применение микропроцессоров в измерительной технике.</p>	0,5			10	

Тема 9. Основные сведения из информационной теории измерений. Квантование и дискретизация измерительных сигналов.	0,5			10	
Раздел 4. Основные понятия теории управления и регулирования.					
Тема 10. Задачи и методы исследования САУ. Структурные схемы. Статические и динамические характеристики. Передаточные функции. Частотные характеристики. Математическое описание объектов управления. Типовые, линейные звенья. Классификация АСР.	0,5			15	ГД
Тема 11. Критерии устойчивости. Критерии качества. Типовые законы регулирования. Расчет настроек регуляторов. Оптимальные настройки. Исполнительные и регулирующие устройства АСР. Примеры технической реализации САУ.	0,5			10	
Раздел 5. Основы теории автоматического управления теплоэнергетическими процессами.					
Тема 12. Автоматизация барабанных и прямоточных котлов. Особенности динамики, основные регулируемые участки: регулирование горения, питания температуры, разряжения давления.	0,5			12	
Тема 13. Принципы построения систем централизованного контроля теплоэнергетическими объектами. Особенности автоматизации энергоблоков. Параллельная работа парогенераторов.				10	
Тема 14. Схемы автоматизации вспомогательного оборудования ТЭС				4	ГД
Тема 15. Приборы погодного регулирования тепловых пунктов. Принцип работы, порядок выбора, особенности эксплуатации. Тепловая автоматика тепловых пунктов, зданий и сооружений.				2	ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	4	4	157	

Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5	6,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		16,5	163,5	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-5	Имеет представление о методах и средствах измерений их назначения и принцип действия, методиках оценки погрешностей при измерениях. Владеет навыками анализа и выбора средств измерений, проводит измерения физических величин и оценивает погрешность результатов измерений. Уверенно демонстрирует навыки проведения измерений физических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники и интерпретирует полученные результаты.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Отлично знает методы, методики и средства измерения, цифровые измерительные приборы; о назначении и принципе действий средств измерения; об оценке погрешностей при измерениях, информационно-измерительные системы, методики проведения теплотехнических измерений; основы теории автоматического управления производственными процессами. Способен анализировать и выбирать средства измерений применительно к объектам профессиональной деятельности, проводить измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Выполняет задание без ошибок.	
4 (хорошо)	Хорошо знает методы, методики и средства измерения, цифровые измерительные приборы; о назначении и принципе действий средств измерения; об оценке погрешностей при измерениях, информационно-измерительные системы, методики проведения теплотехнических измерений; основы теории автоматического управления производственными процессами. Способен оценить и выбрать средства	

	<p>измерений применительно к объектам профессиональной деятельности, проводить измерения физических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность с допущением незначительных ошибок. Способен логично мыслить, способен системно излагать материал, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Выполняет задание некоторыми незначительными ошибками</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>Имеет слабое представление о методах, методиках и средствах измерения, цифровых измерительных приборах; о назначении и принципе действия средств измерения; об оценке погрешностей при измерениях, информационно-измерительных системах, методиках проведения теплотехнических измерений; основах теории автоматического управления производственными процессами. Имеет слабое представление о сущности физических процессов. Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой. Выполняет задание с некоторыми незначительными ошибками</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Не знает методы, методики и средства измерения, цифровые измерительные приборы; о назначении и принципе действия средств измерения; об оценке погрешностей при измерениях, информационно-измерительных системах, методиках проведения теплотехнических измерений; основы теории автоматического управления производственными процессами. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Не выполнил задание или выполнил с существенными ошибками</p>	

**5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**  
**5.2.1 Перечень контрольных вопросов**

№ п/п	Формулировки вопросов
-------	-----------------------



## Курс 3

1	Погрешности измерения
2	Основные понятия метрологии. Характеристика автоматических средств измерения
3	Измерение температуры. Термометры расширения
4	Основные понятия метрологии.
5	Манометрические термометры
6	Термопреобразователи сопротивления
7	Измерение уровня. Механические уровнемеры. Электронные уровнемеры
8	Ротаметры
9	Тягонапорометры
10	Гидростатические и пьезоэлектрические уровнемеры
11	Способы измерения давления.
12	Датчики и первичные преобразователи давления
13	Способы измерения расхода.
14	Расходомеры переменного перепада давления.
15	Электромагнитные расходомеры: типы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки, области применения
16	Расходомеры ультразвуковые: типы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки, области применения
17	Тахометрические расходомеры: типы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки, области применения
18	Вихревые расходомеры: типы, конструктивные особенности, достоинства и недостатки, области применения
19	Способы измерения уровня. Механические, ультразвуковые и другие типы уровнемеров
20	Измерение концентраций пыли в газоходах и в воздухе. Пылемеры
21	Способы измерения состава и свойств газов.
22	Разновидности и типы газоанализаторов.
23	Тепловизоры: типы, конструктивные особенности, способы применения в теплоэнергетике и ЖКХ
24	Передаточные функции соединений динамических звеньев.
25	Передаточная функция соединения с обратной связью.
26	Функциональные схемы автоматизации.
27	Исполнительные устройства.
28	Типовые звенья САУ
29	Передаточная функция
30	Основные элементы структурных схем
31	Структурная схема одноконтурной САУ
32	Релейные и непрерывные регуляторы. П-регулятор.
33	ПИ- и ПИД-регуляторы. Сфера применения в теплоэнергетике
34	Передаточные функции САУ
35	Понятие устойчивости САУ.
36	Критерий устойчивости Рауса-Гурвица
37	Прямые и косвенные показатели качества САУ.
38	Построение схем автоматизации с использованием графических условных обозначений.
39	Системы погодного регулирования в теплоэнергетике
40	Приборы тепловой автоматики зданий

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовая задача №1. В производственном цеху установлен термометр со шкалой 20 100°C. При действительной температуре 30 °С термометр показывает 29,4°C. Определить приведенную относительную погрешность измерения.

Типовая задача №2. Для измерения силы тока используется миллиамперметр с равномерной шкалой, разделенной на 50 интервалов. Нижний предел измерения  $I_n = -10$  верхний  $I_v = +10$ . Определить цену деления шкалы и чувствительность миллиамперметра.

Типовая Задача №3: Определить пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерительного прибора класса точности 0,5 с диапазоном измерений от 25 мВ до 50 мВ.

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- В течение семестра выполняются контрольные работы;
- Время на подготовку ответа на экзамене - 30 минут;
- Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Димов Ю. В.	Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения.	Санкт-Петербург: Питер	2018	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=21607">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=21607</a>
Г.А. Кондрашкова [и др.]	Метрология [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metrologia.htm">http://www.nizrp.narod.ru/metrologia.htm</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Соколов В. П.	Метрология. Проверка и калибровка универсальных средств измерений	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2019	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019194">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019194</a>
Беленький, А. М., Бурсин, А. Н., Курносов, В. В., Чибизова, С. И., Шатохин, К. С., Беленького, А. М.	Метрология и теплотехнические измерения	Москва: Издательский Дом МИСиС	2018	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/98203.html">http://www.iprbooks.hop.ru/98203.html</a>
И.В. Бондаренкова [и др.]	Метрология, стандартизация и сертификация [Текст]: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2009	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metrstandsertif.htm">http://www.nizrp.narod.ru/metrstandsertif.htm</a>

В.И. Рожков, Г.П. Буйлов	Метрология, технические измерения и автоматизация: практикум по проведению лабораторных работ на лабораторно-исследовательском стенде ИПДРТ4, Часть 2	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttexpr/1611395358.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttexpr/1611395358.pdf</a>
В.И. Рожков	Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов [Текст] : учебно-практическое пособие	М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2019	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttexpr/1573563982.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttexpr/1573563982.pdf</a>
В.И. Рожков, М.И. Цагина	Метрология, технические измерения и автоматизация: практикум по проведению лабораторных работ на лабораторно-исследовательском стенде ДД-ИПД-011-9ЛР, Часть 1	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttexpr/1611395417.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttexpr/1611395417.pdf</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

Adobe: Lightroom 6 AcademicEdition License International English Multiple Platforms

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Б-407а	Пневматические стенды для работы с ПЭП и ЭПП, мембранным приводом, прибором простейших арифметических операций, стенд для работы с преобразователем сопротивления в унифицированный токовый сигнал
Б-411	Лабораторные стенды - исследование термометров электрического сопротивления, мультимедийное оборудование.
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска