Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ
_____ П.В.Луканин
«07» 07 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.17	**Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов ч.1**
(индекс дисциплины)	*(Наименование дисциплины)*

Кафедра: **32** Автоматизации технологических процессов и производств
Код *(Наименование кафедры)*

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования : Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	**180**	**180**	**180**
	Аудиторные занятия	**68**	**32**	**14**
	Лекции	34	16	4
	Лабораторные занятия	17		10
	Практические занятия	17	16	
	Самостоятельная работа	**76**	112	157
	Промежуточная аттестация	**36**	**36**	**9**
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	6	6	7
	Зачет			
	Контрольная работа			7
	РГР	6	6	
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		**5**	**5**	**5**

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная						**5**				
Очно-заочная						**5**				
Заочная							**5**			

Санкт-Петербург
2016

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1:	Базовая	X	Обязательная	X	Дополнительно является факультативом
	Вариативная		По выбору		

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области метрологии, сертификации, технических измерениях и автоматизации тепловых процессов

1.3. Задачи дисциплины

- Научить студентов формулировать требования к выбору измерительных средств и средств автоматизации для конкретной задачи из имеющихся стандартных, правильно оценивать погрешности средств и результатов измерений в технике и научных исследованиях.
- решать вопросы информационного обеспечения АСУТП ТЭС.
- формулировать требования к разрабатываемым системам автоматизации.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-8	Готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования.	1
Планируемые результаты обучения Знать: 1) работу по автоматизации технологических процессов и производств. Уметь: 1) обеспечивать технологические процессы и производства средствами автоматизации и управления. Владеть: 1) современными методами и средствами автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущих уровнях образования подготовки.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Основы теории измерений			
Тема 1. Основные понятия метрологии. Понятие величины измерения и результата измерений. Система СИ. Классификация измерений и методов измерений. Погрешности, систематизация погрешностей, погрешности измерительных устройств, классы точности приборов.	24	26	30
Тема 2. Основные сведения из информационной теории измерений. Квантование и дискретизация измерительных сигналов.	20	20	30

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 3. Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП) Разработка современных методов нормирования метрологических характеристик систем измерения и управления и методы их аттестации.	26	24	28
Текущий контроль 1. (опрос)	1	1	
Учебный модуль 2. Методы измерения температуры, уровня, давления, расхода			
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.	35	26	38
Тема 5. Измерение давления. 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 тягопаромероввки. Измерение уровня: классификация методов измерения уровня. Измерение уровня. В сосудах находящихся под давлением, буйковые, поплавковые, емкостные, пьезометрические уровнемеры. Основы теории измерения расхода расходомерами переменного перепада давления. Виды сужающих устройств. Расходомеры постоянного перепада давления, тахометрические и индукционные расходомеры.	26	35	30
Текущий контроль 2. (РГР)	12	12	
Текущий контроль 1-2. (контрольная работа)			15
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	**36**	**36**	**9**
ВСЕГО:	**180**	**180**	**180**

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	7	6	4	7	1
2	6	7	6	3	7	1
3	6	7	6	3	7	1
4	6	7	6	3	7	0,5
5	6	6	6	3	7	0,5
	ВСЕГО:	**34**		**16**		**4**

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
4	Расчет погрешностей при измерении температуры	6	7	6	7		
5	Расчет погрешностей при измерении давления, уровня, расхода.	6	10	6	10		
	ВСЕГО:		**17**		**16**		

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Изучение и исследование прибора алгебраического суммирования ПФ1.1	6	5			7	3
3	Изучение и исследование мембранного пневмати-ческого привода МПП-16	6	6			7	3
4	Изучение и исследование нормирующего преобразователя ПТ-ТС-68	6	6			7	4
		ВСЕГО:	**17**				**10**

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Опрос	6	1	6	1		
2	РГР	6	1	6	1		
1-2	Контрольная работа					7	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	6	24	6	50	7	80
Подготовка к практическим занятиям	6	20	6	50		
Подготовка к лабораторным занятиям	6	20			7	62
Выполнение РГР	6	12	6	12		
Выполнение контрольной работы					7	15
Подготовка к экзамену	6	36	6	36	7	9
	ВСЕГО:	**112**		**148**		**166**

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная [X] балльно-рейтинговая [ ]

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Николаев, М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством [Электронный ресурс]/ М.И.Николаев.— М.: ИНТУИТ, 2016.— 115с. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16706. — ЭБС «IPRbooks».

2. Голуб, О.В. Стандартизация, метрология и сертификация [Электронный ресурс]: учеб. пособ./ О.В.Голуб, И.В.Сурков, В.М.Позняковский. — Саратов: Вузовское образование, 2014. - 334с. .— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/4151— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

3. Практикум по метрологии, стандартизаци и сертификации / И.В.Бондаренкова, Г.А.Кнодель, Г.А.Кондрашкова, А.В.Черникова, В.П.Яковлев. - СПб.: СПГТУРП, 2013.-101с.— Режим доступа: http://www.nizrp.narod.ru/praktikumsertifikazii.htm. .— ЭБ ВШТЭ.

4. Ким, К.К. Электрические измерения неэлектрических величин [Электрон. ресурс]: учеб.пособ./ К.К.Ким, Г.Н.Анисимов. –М.: ФГБОУ, 2014. -134с. .— Режим доступа: http//www.knigafund/books/173450.— ЭБС «КнигаФонд».

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Не предусмотрено

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ- publish@mpei.ru, publish@mpei- publishers.ru.
2. Электронная библиотека СПб ГУПТД - http://www.iprbookshop.ru.
3. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД - http//nizrp.narod.ru/ebmu_m.htm.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1.
2. Microsoft Office Professional 2013.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет.
3. Специализированная лаборатория.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Компьютерные презентации.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий и основных положений в области систем управления базами данных. Информация берется из энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии и др.

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лабораторные занятия	Проведение учебного эксперимента на лабораторной установке под руководством преподавателя для снятия динамических характеристик элементов САУ. Расчет погрешностей технических средств автоматизации.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, с текстами из списка основной и дополнительной учебной литературы, подготовка ответов к контрольным вопросам, опросам, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение материала дисциплины на занятиях с использованием компьютерных технологий, интернет-источников.
Самостоятельная работа	Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и рекомендуемой литературе; выполнения контрольной работы для студентов заочной формы обучения, выполнение РГР для очной и очно-заочной форм обучения,а также подготовки к опросам. Самостоятельная работа выполняется индивидуально или под руководством и при участии преподавателя. При подготовке к экзамену необходимо проработать теоретический материал, рекомендуемую литературу. Проанализировать результаты выполнения практических занятий.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-8(1)	1. Обладает навыками работы по автоматизации технологических процессов и производств. 2. Способен обеспечивать технологические процессы и производства средствами автоматизации и управления 3. Разбирается в современных методах и средствах автоматизации контроля диагностики испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание	1. Перечень вопросов к экзамену (30 вопросов) 2. Перечень практических заданий (15 задач)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	Отлично знает принцип работы тепловой электрической станции, знает перечень технических средств автоматизации и основного оборудования ТЭС, знает принцип работы каждого элемента в отдельности, отлично знает сущность физических процессов, протекающих в технических средствах автоматизации ТЭС. Способен быстро и грамотно оценить влияние внешних	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.

	условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга. Владеет методикой теплового расчета ТЭС. Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	
хорошо	Хорошо знает принцип работы тепловой электрической станции, допускает незначительные ошибки при определении комплекса технических средств автоматизации ТЭС. Хорошо знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Способен оценить влияние внешних условий на протекание процессов и оценить взаимное влияние процессов друг на друга 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.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
удовлетворительно	Имеет слабое представление о принципах работы тепловой электрической станции, допускает ошибки при определении технических средств автоматизации ТЭС. Имеет слабое представление о сущности физических процессов, протекающих на ТЭС. 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.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
неудовлетво-рительно	Не знает принцип работы тепловой электрической станции, не знает технических средств автоматизации ТЭС. Не знает сущность физических процессов, протекающих на ТЭС. Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.

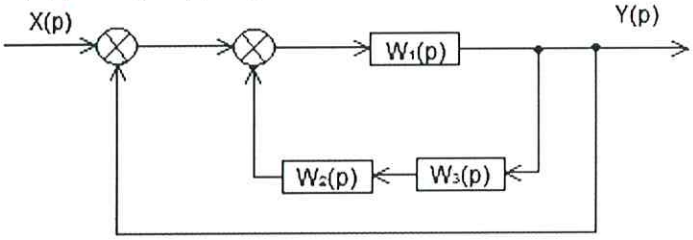
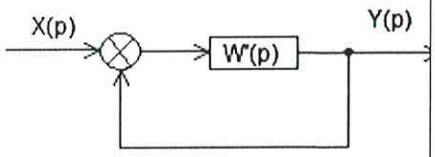
10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Измерения. Виды измерений.	1
2	Погрешности измерений.	1

3	Оценка и учет случайных погрешностей.	1
4	Средства измерений и их элементы.	2
5	Назначение эталонов и рабочих средств измерений.	2
6	Метрологические характеристики средств измерений.	2
7	Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП).	3
8	Пределы измерения унифицированных сигналов.	3
9	Классы точности измерительных приборов.	3
10	Методы и средства измерения температуры.	4
11	Типы манометрических термометров.	4
12	Принцип действия биметаллических термометров.	4
13	Платиновые и медные термометры сопротивления.	4
14	Конструкция и принцип действия термоэлектрических преобразователей.	4
15	Аналоговые вторичные приборы и преобразователи.	4
16	Потенциометрический метод измерения сопротивления.	4
17	Мостовые методы измерения сопротивления.	4
18	Логометры.	4
19	Потенциометры.	4
20	Методы и средства измерения давления.	5
21	Методика измерения давления и разности давлений.	5
22	Защита манометров от высоких температур и агрессивных сред.	5
23	Гидростатические уровнемеры.	5
24	Емкостные уровнемеры.	5
25	Приборы для измерения расхода и количества вещества.	5
26	Измерение расхода по перепаду давлений в сужающем устройстве.	5
27	Типы сужающих устройств.	5
28	Расходомеры постоянного перепада давления.	5
29	Электромагнитные расходомеры.	5
30	Заземление и экранирование электромагнитных расходомеров.	5

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Задача 1: Преобразовать структурную схему САУ и определить ее передаточную функцию.  	Решение: 1. W′(p) –передаточная функция внутреннего контура САУ. $W'(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)}$;  2. Передаточная функция всей САУ $W(p) = \frac{W'(p)}{1 - W'(p)} =$ $= \frac{\frac{W_1(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)}}{1 - \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p)}} =$ $= \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p) - W_1(p)}$

2	Задача 2: Найти аналитические выражения для АФЧХ, АЧХ и ФЧХ динамического звена с передаточной функцией $W(p) = \frac{p^4}{(p+6)\cdot 6}$.	Решение: АФЧХ: $W(i\omega) = \frac{(i\omega)^4}{(i\omega+6)\cdot 6} = \frac{\omega^4}{6\cdot(i\omega+6)} =$ $= U(\omega) + iV(\omega)$ $W(i\omega) = \frac{\omega^4}{6i\omega+36}\cdot\frac{36-6i\omega}{36-6i\omega} =$ $= \frac{36\omega^4 - 6i\omega^5}{1296+36\omega^2} = \frac{36\omega^4}{1296+36\omega^2} -$ $-i\cdot\frac{6\omega^5}{1296+36\omega^2}$, где $U(\omega) = \frac{\omega^4}{6i\omega+36}$ $V(\omega) = -\frac{\omega^5}{216+6\omega^2}$ АЧХ: $A(\omega) = \sqrt{U^2(\omega)+V^2(\omega)} =$ $= \sqrt{\left(\frac{\omega^4}{36+\omega^2}\right)^2 + \left(-\frac{\omega^5}{216+6\omega^2}\right)^2} =$ $= \sqrt{\left(\frac{\omega^4}{36+\omega^2}\right)^2 + \left(\frac{\omega^5}{216+6\omega^2}\right)^2}$ ФЧХ: $\varphi(\omega) = \mathrm{arctg}\frac{V(\omega)}{U(\omega)} =$ $= \mathrm{arctg}\frac{-\frac{\omega^5}{216+6\omega^2}}{\frac{\omega^4}{6i\omega+36}} =$ $\mathrm{arctg}\left(-\frac{\omega^5\cdot(36+\omega^2)}{(216+6\omega^2)\cdot\omega^4}\right) =$ $\mathrm{arctg}\left(-\frac{\omega\cdot(36+\omega^2)}{216+6\omega^2}\right)$

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на Ученом совете университета 15.03.2016г., протокол № 4)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная [X] письменная [ ] компьютерное тестирование [ ] иная [ ]

10.3.3. Особенности проведения экзамена

- Возможность пользоваться нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.