

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 15.11.2023 16:20:58  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 28 » июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ**

Направление подготовки

**27.03.04 Управление в технических системах**

Направленность программы бакалавриата

**Информационно-техническое обеспечение автоматизированных систем управления  
технологическими процессами**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2021

Б1.О.29

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
профессор		ст. науч. сотр. Л.В. Новиков

Рабочая программа дисциплины «Технологические измерения и приборы» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности протокол от «15» июня 2021 № 8  
Заведующий кафедрой

Л.А. Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «23» июня 2021 № 9  
Председатель

В.В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление подготовки «Управления в технических системах»		И.В. Рудакова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Объем дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	7
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	7
4.3. Занятия лекционного типа.....	8
4.4. Занятия семинарского типа.....	10
4.4.1. Семинары, практические занятия.....	10
4.4.2. Лабораторные работы.....	11
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	14
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	15
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	16
Приложение № 1.....	17

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-7</b> Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления</p>	<p><b>ОПК-7.3</b> Расчет настроечных параметров средств измерения современной номенклатурной базы в соответствии с условиями эксплуатации</p>	<p><b>Знать:</b> физические основы измерений различных технологических параметров; номенклатуру средств измерений в соответствии со стандартом ГСП (ЗН-1); <b>Уметь:</b> выполнить расчеты параметров технических средств автоматизации в соответствии с требованиями технологического процесса и условий эксплуатации (У-1); <b>Владеть:</b> методами настройки аналоговых и дискретных средств автоматического контроля и регулирования (Н-1).</p>
<p><b>ОПК-8</b> Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание</p>	<p><b>ОПК-8.2</b> Принятие участия в плановых работах по обслуживанию эксплуатируемых средств измерения и проведению пусконаладочных работ</p>	<p><b>Знать:</b> требования к техническому обслуживанию средств измерений в соответствии с эксплуатационной документацией (ЗН-2); <b>Уметь:</b> выполнять расчеты погрешности средств измерений и других метрологических и эксплуатационных параметров в процессе пусконаладочных работ (У-2) <b>Владеть:</b> навыками работы с измерительными приборами и другими инструментами, используемыми при вводе в эксплуатацию средств измерений (Н-2).</p>
<p><b>ПК-1</b> Способен применять современные методы постановки эксперимента, метрологической обработки резуль-</p>	<p><b>ПК-1.2</b> Владеет основными положениями теории измерений. Умеет грамотно применять современные методики оценки метрологиче-</p>	<p><b>Знать:</b> методы измерений физических величин, методы и средства измерения основных технологических параметров отрасли; методы определения и нормирования метроло-</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>татов измерения, методы статистического анализа с учетом действующих нормативных требований и условий эксплуатации технических средств автоматизации.</p>	<p>ских характеристик технических средств автоматизации.</p>	<p>гических характеристик типовых средств измерений (ЗН-3);  <b>Уметь:</b>  определять статические, динамические и метрологические характеристики средств и систем измерений (У-3);  <b>Владеть:</b>  навыками расчетных приемов с использованием известных пакетов программ (Н-3).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина (Б1.О.29) относится к обязательной части образовательной программы бакалавриата и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика» и «Материаловедение», «Электротехника и промышленная электроника», «Гидравлика», «Техническая термодинамика и теплотехника». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технологические измерения и приборы» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Информационные измерительные системы», «Технические средства автоматизации и управления», «Исполнительные устройства систем управления», «Проектирование систем автоматизации», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/ 144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>90</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	-
семинары, практические занятия	18 (2)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КП, зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации	2	-	-		ОПК-7	ОПК-7.3
2.	Основные положения теории измерений. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование	4	2	-	8	ОПК-8	ОПК-8.2
3	Средства измерений. Оценка точности рабочих средств измерений	4	-	-	8	ОПК-8 ПК-1	ОПК-8.2 ПК-1.2
4	Общие вопросы измерения неэлектрических величин	4	4	4	4	ОПК-7 ПК-1	ОПК-7.3 ПК-1.2
5	Принципы построения измерительных механизмов электрических приборов	2	-	4		ОПК-7 ПК-1	ОПК-7.3 ПК-1.2
6	Измерение температуры	4	4	2	6	ОПК-8 ПК-1	ОПК-8.2 ПК-1.2
7	Измерение давления	4	2		6	ОПК-8 ПК-1	ОПК-8.2 ПК-1.2
8	Измерение уровня	4	2	4	8	ОПК-8 ПК-1	ОПК-8.2 ПК-1.2
9	Измерение вязкости	2			4	ОПК-8 ПК-1	ОПК-8.2 ПК-1.2
10	Измерение концентрации растворов	2				ОПК-8 ПК-1	ОПК-8.2 ПК-1.2
11	Измерение расхода и количества веществ	2	2	4	6	ОПК-8 ПК-1	ОПК-8.2 ПК-1.2
12	Приборы аналитического контроля	2	2		4	ОПК-8 ПК-1	ОПК-8.2 ПК-1.2
Итого		36	18	18	54		

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	<b>ОПК-7.3</b>	Введение. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации Общие вопросы измерения неэлектрических величин Принципы построения измерительных механизмов электрических приборов

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
2	<b>ОПК-8.2</b>	Основные положения теории измерений. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование Средства измерений. Оценка точности рабочих средств измерений Измерение температуры Измерение давления Измерение уровня Измерение вязкости Измерение концентрации растворов Измерение расхода и количества веществ Приборы аналитического контроля
3	<b>ПК-1.2</b>	Средства измерений. Оценка точности рабочих средств измерений Общие вопросы измерения неэлектрических величин Принципы построения измерительных механизмов электрических приборов Измерение температуры Измерение давления Измерение уровня Измерение вязкости Измерение концентрации растворов Измерение расхода и количества веществ Приборы аналитического контроля

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Введение. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации.</b> Структура систем автоматизации, технологические объекты управления как источники измерительной информации. Технические измерения в АСУ ТП. Основные направления развития технических измерений и обеспечение промышленных производств и научных исследований необходимыми средствами измерений. Назначение и принцип построения ГСП.	2	ЛВ
2	<b>Основные положения теории измерений. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование</b> Термины и определения метрологии. Определение процесса измерения. Уравнение измерения. Виды и методы измерений. Классификация измерений. Погрешности измерений. Меры. Эталоны единиц. Поверка средств измерений.	4	ЛВ



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><b>Средства измерений. Оценка точности рабочих средств измерений</b></p> <p>Классификация средств измерений. Статические и динамические характеристики средств измерений. Основные источники погрешностей. Классификация погрешностей средств измерений. Виды погрешностей. Нормируемые метрологические характеристики.</p>	4	ЛВ
4	<p><b>Общие вопросы измерения неэлектрических величин</b></p> <p>Методы измерений. Общие свойства и классификация измерительных преобразователей. Нормирующие преобразователи с силовой компенсацией. Нормирующие преобразователи со статической автокомпенсацией. Преобразователи перемещения (дифференциально – трансформаторные ДТ, ферродинамические ФД).</p>	2	ЛВ
5	<p><b>Принципы построения измерительных механизмов электрических приборов</b></p> <p>Магнитоэлектрические милливольтметры. Магнитоэлектрические логометры. Принципиальные схемы, конструктивные особенности. Дополнительные устройства.</p>	2	ЛВ
6	<p><b>Измерение температуры</b></p> <p>Классификация методов и средств измерений температуры. Температурные шкалы и способы их воспроизведения.</p> <p>Термометры расширения. Манометрические термометры. Динамические характеристики зондовых термопреобразователей. Понятие показателя тепловой инерции и методы его определения.</p> <p>Термоэлектрические преобразователи температуры (ТЭП). Номинальные статические характеристики (НСХ). Измерительные цепи с ТЭП. Особые случаи измерения температуры. Основные технические характеристики.</p> <p>Термопреобразователи сопротивления (ТПС). Стандартные НСХ. Измерительные цепи с ТПС. Особенности измерительных схем с ТПС.</p> <p>Пирометры излучения (теоретические основы, квазимонохроматические, спектрального отношения, полного излучения)</p>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7	<b>Измерение давления</b> Классификация методов и средств измерений давления. Гравитационные, деформационные, электрические приборы для измерения давления. Основные конструктивные особенности и характеристики.	2	ЛВ
8	<b>Измерение уровня</b> Визуальные, поплавковые, буйковые, гидростатические средства измерения уровня. Электрические и ультразвуковые уровнемеры.	2	ЛВ
9	<b>Измерение вязкости</b> Капиллярные, шариковые, ротационные вискозиметры.	2	ЛВ
10	<b>Измерение концентрации растворов.</b> Контактная и бесконтактная кондуктометрия. Потенциометрический метод анализа.	4	ЛВ
11	<b>Измерение расхода и количества веществ.</b> Классификация методов и средств измерений расхода и количества веществ. Основные требования к приборам измерения расхода. Расходомеры переменного перепада давления. Анализ явлений при дросселировании потока. Стандартные сужающие устройства (ССУ). Методика расчета расходомеров – дифманометров. Правила соединения сужающих устройств с ДМ. Специальные сужающие устройства.	4	ЛВ
12	<b>Приборы аналитического контроля</b> Качество сырья и материалов. Автоматический контроль качества сырья и материалов. Классификация автоматических анализаторов. Структурные схемы и сигналы автоматических анализаторов. Агрегатные средства аналитической техники. Масс-спектрометрия и хроматография.	4	ЛВ

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Методы расчета метрологических характеристик приборов	2	2	РД, МШ

№ раздела дисципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
6	Современные методы и измерительные преобразователи температуры	4		РД, МШ
7	Приборы для измерения давления.	2		РД, МШ
8	Основные конструктивные особенности современных уровнемеров.	2		РД, МШ
9	Современные капиллярные, шариковые, ротационные вискозиметры	2		РД, МШ
10	Современная контактная и бесконтактная кондуктометрия.	2		РД, МШ
11	Методы и приборы измерения расхода.	2		РД, МШ
12	Измерители качества сырья и материалов.	2		РД, МШ

#### 4.4.2. Лабораторные работы

№ раздела дисципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2-4	<u>Нормирующие преобразователи</u> Изучение устройства, ознакомление с назначением и поверка нормирующих преобразователей, действие которых основано на методе статической автокомпенсации	2		
5,6	<u>Логометры. Милливольтметры</u> Изучение устройства, поверка и переградуировка магнитоэлектрического логометра, предназначенного для измерения температуры со стандартными термопреобразователями сопротивления.	2		
6	<u>Автоматические электронные потенциометры</u> Изучение принципа действия и устройства автоматических электронных потенциометров, проведение переградуировки, поверка приборов, а также исследование их работы в комплекте с термоэлектрическими термометрами.	2		

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
6	<u>Автоматические компенсаторы.</u> <u>Уравновешенные мосты.</u> Изучение принципа действия и устройства автоматических электронных мостов, проведение переградуировки, поверки приборов, а также исследование их работы в комплекте с термометрами сопротивления.	2		
4,8	<u>Автокомпенсаторы перемещения</u> Изучение принципа действия и устройства автоматических компенсаторов перемещения с дифференциально-трансформаторной и ферродинамической схемами, поверка приборов, а также исследование их работы в комплекте с соответствующими измерительными преобразователями.	2		
7	<u>Пневматические измерительные приборы</u> Изучение средств измерения давления с упругими чувствительными элементами	2		
8	<u>Автоматический контроль и сигнализация уровня жидкостей</u> Изучение методов, средств измерения, сигнализации и регулирования уровня жидкости.	2		
9	<u>Ротационный вискозиметр</u> Изучение принципа действия ротационного индикатора вязкости, а также исследование зависимости вязкости от жидкости от температуры.	2		
11	<u>Измерение расхода жидкостей</u> Изучение основных методов и приборов измерения расхода жидкостей и газов на основе экспериментального исследования расходомеров переменного перепада давления, обтекания и тепловых неконтактных расходомеров.	2		

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Структура ГСП. Информационные связи. Измерительные преобразователи. Исполнительные механизмы и регуляторы. Агрегатирование - АСЭТ.	4	Устный опрос №1
2	Классификация средств измерений. Система воспроизведения единиц физических величин. Эталонная база России. Государственная система обеспечения единства измерений..	6	Устный опрос №1
3	Магнитоэлектрические, ферродинамические, электродинамические, электромагнитные, электростатические, индукционные измерительные механизмы	4	Письменный опрос №1
4	Измерение температуры. Общие сведения. Температурные шкалы. Контактная термометрия. Термометры сопротивления, термопары.	4	Устный опрос №2
5	Общие вопросы измерения давления. Жидкостные, грузовые, пружинные манометры.	4	Устный опрос №2
6	Измерение уровня. Емкостной и термический метод измерения уровня.	4	Устный опрос №2
7	Измерение вязкости. Вискозиметры истечения, по методу падающего шарика. Ротационные и вибрационные вискозиметры.	4	Письменный опрос №2
8	Измерение концентрации растворов. Кондуктометрические, потенциометрические и фотоэлектрические анализаторы.	4	Письменный опрос №2
9	Измерение расхода и количества веществ. Объемные методы. Роторные счетчики.	4	Письменный опрос №2
10	Приборы аналитического контроля. Классификация аналитических методов. Области применения аналитических средств измерений. Хроматографы и масс-спектрометры.	4	Письменный опрос №2
11	Хроматографы. Принцип работы и детекторы. Промышленная хроматография.	5	
12	Информационно-измерительные системы	6	

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и защиты курсового проекта. Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя теоретическими вопросами (для проверки знаний). При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Метрология (определения, задачи).
2. Устройство измерительного прибора непосредственной оценки.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1. Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Шишмарев, В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. – Москва: Академия, 2012.- 384 с. - ISBN 978-5-7695-8764-1
2. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами: учебное пособие для вузов / В.Г. Харазов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2013. - 592 с.- ISBN 978-5-904757-56-4.

### **б) электронные учебные издания:**

1. Измерения технологических параметров на горных предприятиях : учебное пособие / О. А. Ковалева, Б. С. Заварыкин, С. В. Лукичева, О. Н. Коваленко. — Красноярск : СФУ, 2014. — 154 с. — ISBN 978-5-7638-2974-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64576> (дата обращения: 03.06.2021). — Режим доступа: по подписке..
2. Сборник заданий по метрологии и техническим измерениям и примеры их выполнения : учебное пособие / С. И. Кормилицин, В. А. Солодков, А. И. Курченко, А. Г. Схиртладзе. — Волгоград : ВолгГТУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-9948-3558-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157191> (дата обращения: 03.06.2021). — Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114\_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Технологические измерения и приборы» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ГУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

#### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

#### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- РТС Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating);

#### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

<http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

<http://borovic.ru> - база патентов России.

<http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности

<http://gost-load.ru>- база ГОСТов.

<http://worldldofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

<http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

1. Для проведения занятий в интерактивной форме: кафедра автоматизации процессов химической промышленности, аудитория №13. 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (30 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер.
2. Для проведения лабораторных занятий:  
кафедра автоматизации процессов химической промышленности, помещение для самостоятельной работы, лаборатория аудитория №17 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель, доска, 14 учебных и поверочных стендов технических средств измерения, стенды для изучения исполнительных устройств, электромагнитных реле, пневматических реле, приборных электрических и пневматических регуляторов, схем управления асинхронными двигателями., 4 поверочных стенда аналитических анализаторов: термокондуктометрических («Сова», «Кедр»), термохимического («Щит»), инфракрасного («Каирз»), электрохимического («Флюорит»)
3. Для самостоятельной работы студентов и занятий по курсовому проектированию:
  - кафедра автоматизации процессов химической промышленности, помещение для самостоятельной работы, аудитория №14 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (20 посадочных мест).
  - кафедра автоматизации процессов химической промышленности, лаборатория аудитория №18 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (24 посадочных места), доска, 12 компьютеров, сетевое оборудование.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.



**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Технологические измерения и приборы»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-7	Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления	промежуточный
ОПК-8	Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание	промежуточный
ПК-1	Способен применять современные методы постановки эксперимента, метрологической обработки результатов измерения, методы статистического анализа с учетом действующих нормативных требований и условий эксплуатации технических средств автоматизации.	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«удовлетворительно» (пороговый)
<b>ОПК-7.3</b> Расчет настроечных параметров средств измерения современной номенклатурной базы в соответствии с условиями эксплуатации	<b>Знает</b> физические основы измерений различных технологических параметров; номенклатуру средств измерений в соответствии со стандартом ГСП (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы №1-3 к зачету, защита курсового проекта	Перечисляет физические основы измерений различных технологических параметров
	<b>Умеет</b> выполнить расчеты параметров технических средств автоматизации в соответствии с требованиями технологического процесса и условий эксплуатации (У-1).	Правильные ответы на вопросы № 4-12 к зачету	Может выбирать технические средства из номенклатуры приборов для измерения технологических параметров в соответствии с условиями эксплуатации и монтажа.
	<b>Владеет</b> методами настройки аналоговых и дискретных средств автоматического контроля и регулирования (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 4-12 к зачету	Демонстрирует умение определить последовательность настройки параметров измерительного канала
<b>ОПК-8.2</b> Принятие участия в плановых работах по обслуживанию эксплуатируемых средств измерения и проведению пусконаладочных работ	<b>Знает</b> требования к техническому обслуживанию средств измерений в соответствии с эксплуатационной документацией (ЗН-2).	Правильные ответы на вопросы №18-20 к зачету	Производит поиск и умение настройки компонентов системы автоматизации
	<b>Умеет</b> выполнять расчеты погрешности средств измерений и других метрологических и эксплуатационных параметров в процессе пусконаладочных работ (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 13-17 к зачету, защита курсового проекта	Определяет требования к погрешностям средств измерения, необходимым для нормального функционирования технологической установки

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«удовлетворительно» (пороговый)
	<b>Владеет</b> навыками работы с измерительными приборами и другими инструментами, используемыми при вводе в эксплуатацию средств измерений (Н-2).	Правильные ответы на вопросы № 21,22 к зачету	Демонстрирует с навыками работы с контрольно-измерительными приборами для анализа метрологических показателей по результатам настройки средств измерения
<b>ПК-1.2</b> Владеет основными положениями теории измерений. Умеет грамотно применять современные методики оценки метрологических характеристик технических средств автоматизации.	<b>Знает</b> методы измерений физических величин, методы и средства измерения основных технологических параметров отрасли; методы определения и нормирования метрологических характеристик типовых средств измерений (ЗН-3);	Правильные ответы на вопросы № 27-54 к зачету, защита курсового проекта	Способе осуществить выбор метода измерения технологических параметров с учетом диапазонов измерения и чувствительности приборов.
	<b>Умеет</b> определять статические, динамические и метрологические характеристики средств и систем измерений (У-3);	Правильные ответы на вопросы № 23-26 к зачету, защита курсового проекта	Умеет выбирать средство измерений с надлежащими метрологическими параметрами
	<b>Владеет</b> навыками расчетных приемов с использованием известных пакетов программ (Н-3).	Правильные ответы на вопросы № 55 к зачету	Способен использовать формул по оценке показателей качества работы систем автоматизации

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-7:**

1. Измерения (классификация, методы).
2. Погрешности измерения (классификация, определения).
3. Законы распределения погрешностей (числовые характеристики).
4. Обработка результатов прямых многократных измерений.
5. Статические и динамические погрешности (определение, расчеты).
6. Метрология (определения, задачи).
7. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.
8. Оценка точности рабочих средств измерений.
9. Расчет суммарной погрешности измерений.
10. Понятие о поверке приборов метрологического контроля.
11. Задачи метрологической службы предприятия.
12. Обработка результатов прямых многократных измерений.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-8:**

13. Измерения (классификация, методы).
14. Погрешности измерения (классификация, определения).
15. Законы распределения погрешностей (числовые характеристики).
16. Обработка результатов прямых многократных измерений.
17. Статические и динамические погрешности (определение, расчеты).
18. Метрология (определения, задачи).
19. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.
20. Оценка точности рабочих средств измерений.
21. Расчет суммарной погрешности измерений.
22. Понятие о поверке приборов метрологического контроля.

#### **в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

23. Задачи метрологической службы предприятия.
24. Обработка результатов прямых многократных измерений.
25. Средства измерений (классификация, определения).
26. Измерительные преобразователи (назначение, классификация). Элементарные преобразователи.
27. Преобразователь э.д.с. термопары и сопротивления термометра в ток.
28. Измерительные приборы непосредственной оценки. (милливольтметры, логометры).
29. Автоматические измерительные приборы следящего уравнивания (принципы построения, классификация). Автоматические потенциометры, мосты.
30. Автоматические измерительные приборы с дифференциально-трансформаторными и ферро-динамическими преобразователями.
31. Методы и приборы для измерения температуры (классификация, принципы действия, области применения).
32. Термометры расширения и манометрические термометры.
33. Термоэлектрические преобразователи.
34. Термометры сопротивления, динамические характеристики погружных термопреобразователей.
35. Пирометры излучения.
36. Методы и приборы для измерения давления.
37. Жидкостные и поплавковые манометры.
38. Деформационные манометры.

39. Тензорезистивные манометры. Схемы их подключения.
40. Методы и приборы для измерения уровня веществ.
41. Уровнемеры поплавковые, указательные стекла.
42. Гидростатические уровнемеры.
43. Емкостные уровнемеры.
44. Акустические уровнемеры.
45. Радиоизотопные уровнемеры.
46. Методы и приборы для измерения количества веществ.
47. Контактные методы и приборы для измерения количества веществ. Расходомеры переменного перепада давления.
48. Расходомеры обтекания.
49. Бесконтактные методы и приборы для измерения расхода веществ (электромагнитные, ультразвуковые).
50. Тепловые методы и приборы для измерения расхода веществ.
51. Методы и приборы для измерения физических свойств веществ. Плотнометры.
52. Методы и приборы для измерения вязкости веществ.
53. Методы и приборы для измерения электропроводности веществ. Контактные кондуктометры.
54. Бесконтактные кондуктометры.
55. Роль контроля качества продукции в технологическом процессе

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 40 мин.

#### **4. Курсовой проект**

Курсовой проект предназначен для закрепления знаний, полученных при изучении учебной дисциплины. Тематика проекта включает расчет и конструирование измерительных преобразователей различных величин: расхода, уровня, температуры и свойств веществ. Курсовой проект содержит четыре следующих раздела:

- 1) расчет и конструирование расходомеров переменного перепада давления со стандартной диафрагмой;
- 2) расчет шкалы ротаметра и конструирование его деталей;
- 3) расчет поплавкового уровнемера и конструирование его деталей;
- 4) расчет параметров схемы температурной компенсации кондуктометрического концентратомера.

Объем курсовой работы состоит из пояснительной записки и графической части, содержащей чертежи и схемы технических устройств и конструкций, а также графики функциональных зависимостей величин (формат А4). Варианты тем курсового проекта даны в приложении.

Примеры тем курсовых работ:

1. Расчет расходомеров переменного перепада давления.
2. Расчет шкалы ротаметра.
3. Расчет поплавкового уровнемера

#### **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета и защиты курсового проекта. Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.