

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИНК ТПУ  
\_\_\_\_\_ В.А. Клименов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ИЗМЕРЕНИЕ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

НАПРАВЛЕНИЕ ООП  
200100 ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

---

#### ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

---

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ)	бакалавр техники и технологий
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА	2007 г.
КУРС _____ 4	СЕМЕСТР _____ 7,8
КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ	8 (4/4)
ПРЕРЕКВИЗИТЫ	Физические основы получения информации, Аналоговые измерительные устройства
КОРЕКВИЗИТЫ	Цифровые измерительные устройства, Измерительные информационные системы

#### ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ	96 час. 32/64
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	32 час. 8/24
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	128 час. 40/88
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	184 час. 64/120
ИТОГО	312 час. 104/208
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	очная
ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	7 семестр – зачет
ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ	8 семестр – экзамен и диф. зачет
ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ИИТ ИНК	кафедра ИИТ ИНК
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП	профессор, д.т.н. Гольдштейн А.Е.
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ	доцент каф. ИИТ ИНК, к.т.н. Миляев Д.В.
	доцент каф. ИИТ ИНК, к.т.н. Винокуров Б.Б.

2010г.

## **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина «Измерение неэлектрических величин» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению 200100 – «Приборостроение». Дисциплина реализуется на базе кафедры Информационно-измерительной техники Института неразрушающего контроля Томского политехнического университета.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с приобретением знаний, умений и навыков в проектировании измерительных преобразователей и датчиков, их внедрением и эксплуатацией в различных областях приборостроения физических величин

Дисциплина нацелена на формирование ряда общекультурных компетенций и профессиональных компетенций выпускника согласно ООП «Приборостроение»: (ОК-1), (ОК-2), (ОК-3), (ОК-4), (ОК-7), (ОК-8), (ОК-9), (ПК-1), (ПК-2), (ПК-5), (ПК-7), (ПК-9), (ПК-10), (ПК-11), (ПК-14), (ПК-17), (ПК-22), (ПК-25), (ПК-26).

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, консультации, самостоятельную работу студента: выполнение курсового проекта и индивидуальных заданий.

- Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:
- текущий контроль успеваемости в форме выполнения домашних заданий, контроля за посещаемостью и контроль за выполнением курсового проекта;
- рубежный контроль в форме защиты курсовых проектов и экзамен по теоретической части дисциплины;
- промежуточный контроль в форме защиты индивидуальных заданий.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц (кредитов), 128 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия в количестве 96 часов, лабораторные занятия в количестве 32 часов занятия, а также самостоятельная работа студента в количестве 184 часов.

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целями освоения дисциплины** является усвоение студентом теории и практики методов и использования средств измерения физических величин любой природы с использованием как традиционных, так и современных информационных технологий, а также формирование у обучающихся устойчивой мотивации к самообразованию путем организации их самостоятельной деятельности

В соответствии с целями ООП в области обучения, воспитания и развития, соответствующие целям ООП являются цели:

- способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, способность анализировать социально значимые процессы и явления;
- способность использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, способность анализировать социально значимые процессы и явления;
- способность проводить исследования, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
- способность участвовать в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов техники;

- знание теоретических основ измерительной техники;
- умение проводить анализ методов преобразования и измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин, реализовать структурные и принципиальные схемы соответствующих средств измерений;
- владение навыками проектирования и аттестации приборов и измерительных преобразователей.

**Задачами изложения и изучения дисциплины являются:**

- разработка и детализация содержания разделов дисциплины, обеспечивающая логически упорядоченную последовательность изучения и выполнения поставленных требований по следующим вопросам измерительной техники:
- анализ общих направлений и тенденций развития методов и средств измерения физических величин;
- научная классификация методов измерения физических величин;
- анализ способов построения, классификации и изучения основных характеристик измерительных преобразователей;
- проектирование простых измерительных преобразователей (начальные навыки);
- проектирование простых структур средств измерений физических величин (начальные навыки);
- получение практических навыков работы со средствами измерений, постановке и проведению измерительного эксперимента, обработке и представлению его результатов.
- организация учебного процесса, обеспечивающего активизацию познавательной деятельности обучающихся путем вовлечения их в обсуждение рассматриваемых проблем при чтении теоретического материала и демонстрации реальных образцов измерительной техники, выполнении части лабораторных работ с элементами научных исследований и с использованием новых информационных технологий, выполнения индивидуальных заданий и написания тематических рефератов, выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ по реальной тематике с учетом будущей профессиональной деятельности выпускника;
- организация текущего, промежуточного и итогового контролей с использованием контролирующих материалов, позволяющих студентам показать полученные в ходе образовательного процесса знания, умения и навыки.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина относится к профессиональному циклу учебного плана по направлению 200100 «Приборостроение» и является составной частью группы предметов, объединенных в модуль «Дисциплины проектирования». Причем эта дисциплина является необходимой для освоения последующих специальных дисциплин: «Цифровые измерительные устройства», «Измерительные информационные системы» и др. Пререквизиты дисциплины: «Теоретические основы измерительных и информационных технологий», «Физические основы получения информации» и «Аналоговые измерительные устройства».

Для освоения дисциплины необходимо **знать:**

- вопросы математического анализа,

- основы инженерной графики,
- основы измерительной техники,
- теорию электрических цепей,
- основы проектирования приборов и систем
- физические основы измерительных преобразований и эффектов.

**Уметь:**

- составлять электрические цепи по заданной функциональной схеме,
- определять передаточные функции (коэффициенты передачи) простейших функциональных звеньев в статическом и динамическом режимах,
- рассчитывать погрешности измерений и приборов.

### 3. Результаты освоения дисциплины

Согласно декомпозиции результатов обучения по ООП в процессе освоения дисциплины с учетом требований ФГОС, критериев АИОР, согласованных с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI, а также заинтересованных работодателей планируются следующие результаты:

P1	Способность применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения.
P3	Способность эксплуатировать и обслуживать современные средства измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля.....
P7	Способность понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Взаимное соответствие целей дисциплины и результатов обучения представлено матрицей.

Результаты обучения	Цели дисциплины			
	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4
P1	+	+	+	
P3	+	+	+	+
P7				+

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Понимать и иметь представление:**

- научно-техническую терминологию, символику и условные обозначения в области измерительной техники;
- об основных положениях метрологии, методах обработки результатов измерений и их представлении, о правилах выбора средств измерений для решения конкретных измерительных задач;
- междисциплинарный характер изучаемой дисциплины, связанный с различной природой физических величин и объектов исследований;
- о достижениях и проблемах современной измерительной техники;
- о перспективах и тенденциях развития измерительной техники;

- что требуемые для будущей профессиональной деятельности знания и умения можно получить только в результате активной познавательной систематической деятельности;
- о современных технологиях проектирования средств измерений.

**Знать:**

- основные понятия, законы и модели механики, электричества и магнетизма;
- специфику получения измерительной информации в различных областях естествознания;
- обобщенный подход к классификации методов и средств измерений физических величин;
- способы построения и основные характеристики измерительных преобразователей;
- основы проектирования и конструирования типовых деталей и узлов с использованием стандартных средств компьютерного проектирования;
- методы и способы измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин.

**Уметь:**

- проводить анализ научно-технической и патентной литературы с целью выбора оптимального решения измерительных задач;
- использовать закономерности проявления физических эффектов при решении инженерных задач,
- поставить цель и сформулировать техническое задание на проектирование средств измерений;
- использовать современные средства измерения при планировании, организации и проведении измерительного эксперимента;
- использовать справочный аппарат для выбора средств измерений и элементной базы как при решении конкретных измерительных задач, так и при проектировании (первичные умения) новых средств измерений;
- делать постановку задач расчетов, математического и физического моделирования (начальные навыки) при проектировании средств измерений, уметь применять машинные технологии с использованием пакетов прикладных программ;
- использовать современные технические средства для представления технической документации по результатам проектирования.
- Навыки, полученные при изучении дисциплины, будут составной частью профессиональных знаний и умений, выдвигаемых ГОС к бакалавру и инженеру.

**Владеть:**

- современными информационными и информационно-коммуникационными технологиями и инструментальными средствами для решения задач проектирования;
  - навыками работы в поиске, обработке, анализе большого объема новой информации и представления ее в качестве отчетов и презентаций;
  - методиками расчета и проектирования преобразовательной техники;
  - методиками расчета погрешностей средств измерений и оценкой их метрологических характеристик;

- вопросами аттестации и внедрения приборов и измерительных преобразователей;
- опытом работы в коллективе для решения глобальных проблем.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

### **3.1. Универсальные (общекультурные):**

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, владение культурой мышления (ОК-1);
- способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения (ОК-2);
- способность к личностному развитию и повышению профессионального мастерства (ОК-7);
  - способность к осознанию социальной значимости своей будущей профессии, высокая мотивация к выполнению профессиональной деятельности (ОК-9);
  - способность применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);

### **3.2. Профессиональные:**

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);
- способность собирать и анализировать научно-техническую информацию, учитывать современные тенденции развития и использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в профессиональной деятельности (ПК-2);
- способность проводить исследования, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ПК-4);
- способность использовать системы стандартизации и сертификации, осознание значения метрологии в развитии техники и технологий (ПК-5);
- способность рассчитывать и проектировать элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия (ПК-7);
  - способность к анализу технического задания и задач проектирования приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников (ПК-9);
  - способность участвовать в разработке функциональных и структурных схем приборов (ПК-10);
  - способность проводить проектные расчеты и технико-экономическое обоснование конструкций приборов в соответствии с техническим заданием (ПК-12);
  - готовность составлять отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы (ПК-13);

- способность участвовать в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов техники (ПК-14);
- способность анализировать поставленные исследовательские задачи в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации (ПК-22);
- способность проводить измерения и исследования по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов (ПК-25);
- готовность составлять описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, собирать данные для составления отчетов, обзоров и другой технической документации (ПК-26);

#### Критерий 5 АИОР

- Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов.
- Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
- Демонстрировать особые компетенции, связанные с уникальностью задач, объектов и видов комплексной инженерной деятельности в области специализации (научно-исследовательская, производственно-технологическая, организационно-управленческая, проектная и др. ) на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре.
- Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

#### **4. Структура и содержание дисциплины (лекции)(96 ч.)**

##### **4.1 Методы и средства измерения магнитных величин (32 ч.),(4 кредита)**

*Общие сведения* об измерениях магнитных физических величин. Основные задачи магнитных измерений. Основные объекты магнитных измерений. Магнитные физические величины. Их классификация. Понятия основных магнитных величин. Единицы магнитных величин. Метрологическая основа магнитных измерений.

*Измерение параметров магнитного поля.* Основные магнитные величины, характеризующие магнитное поле.

Измерение магнитного потока. Основные методы измерения магнитного потока. Измерение магнитного потока в постоянном магнитном поле. Индукционно-импульсный метод. Применяемые средства измерения. Погрешности индукционно-импульсного метода. Нулевой и разностный индукционно-импульсный метод.

Измерение магнитного потока в переменных магнитных полях. Индукционный метод измерения. Применяемые средства измерений. Погрешности индукционного метода. Измерение мгновенных значений магнитного потока. Пути технической реализации (феррометрический способ, способ стробирования).

Измерение магнитной индукции и напряженности постоянных и переменных магнитных полей. Физические основы измерения индукции и напряженности постоянных и переменных магнитных полей. Основные соотношения. Индукционно-импульсный метод. Применение магнитомеханических преобразователей. Гальваномагнитные методы (метод Холла и метод Гаусса). Ядерные методы (метод ядерного магнитного резонанса). Измерение магнитной индукции и напряженности переменных магнитных полей. Индукционные методы. Применяемые средства измерений.

Измерение разности магнитных потенциалов. Преобразователи для измерения разности магнитных потенциалов. Основные соотношения. Классификация. Применяемая аппаратура.

*Определение характеристик магнитных материалов.* Статические магнитные характеристики. Основные понятия. Способы определения статических магнитных характеристик. Образцы для испытаний.

Динамические магнитные характеристики. Основные понятия и определения. Способы определения динамических характеристик? способ двух приборов, применение компенсаторов переменного тока, осциллографический способ, мостовой способ, резонансный способ. Требования к образцам.

Определение потерь в магнитных материалах. Основные понятия и определения. Способы определения потерь: ваттметрический, калориметрический, мостовой, резонансный. Составляющие потерь в магнитных материалах и способы их разделения.

Проблемы и перспективы развития магнитоизмерительной техники.

##### **4.2 Методы и средства измерения неэлектрических величин (64ч.), (4 кредита)**

###### **4.2.1 Измерительные преобразователи неэлектрических величин (32ч.)**

Общие сведения о первичных измерительных преобразователях. Основные свойства и характеристики.

Первичные ИП: элементная база информационно-измерительной техники. Примеры ИП, применяемых в различных областях.

Понятие измерительного преобразователя, датчика. Представление ИП в виде многополюсника. Входные и выходные сигналы. Классификация ИП по различным признакам. Необходимость унификации выходных сигналов ИП, стандартизация ИП.

Основные направления развития ИП и требования, предъявляемые к ним.

Статические свойства и характеристики ИП. Уравнение (функция) преобразования. Чувствительность и порог чувствительности. Погрешности ИП в статическом режиме, причины их возникновения. Нормирование погрешностей.

Динамические свойства и характеристики ИП. Динамический режим работы, его особенности. Определение основных характеристик: передаточной функции, комплексной чувствительности, частотных характеристик, переходных характеристик. Классификация ИП по динамическим свойствам. Понятие об обобщенных параметрах ИП.

Измерительные цепи генераторных и параметрических ИП. Условия согласования с нагрузкой. Условия обеспечения линейности выходных характеристик схем с измерительными преобразователями. Уменьшение погрешностей от влияния паразитных сопротивлений и помех в измерительных цепях.

**Упругие измерительные преобразователи.** Разновидности. Требования к конструкции. Области применения.

#### **Резистивные измерительные преобразователи**

Основы классификации и реализации резистивных ИП.

*Контактные резистивные ИП.*

*Преобразователи контактного сопротивления.* Тактильные датчики. Датчики «Искусственная кожа».

*Реостатные и реохордные ИП.* Разновидности ИП (линейные, дискретные, функциональные). Требования к элементам конструкций. Погрешности, схемы включения. Область применения..

*Тензорезистивные ИП* - тензорезисторы. Принцип действия? Металлические и полупроводниковые тензорезисторы, их характеристики. Особенности градуировки. Погрешности. Схемы включения. Область применения.

*Электролитические резистивные ИП.*

*Механотронные резистивные ИП.*

#### **Электромагнитные измерительные преобразователи**

Общие принципы построения электромагнитных ИП. Физические законы и явления, положенные в основу классификации электромагнитных ИП. Общие конструктивные элементы электромагнитных датчиков.

*Индуктивные ИП.* Принцип действия разновидностей конструкций, дифференциальные ИП. Рекомендации по выбору основных параметров. Свойства и характеристики. Схемы включения. Погрешности. Достоинства, недостатки. Применение.

*Трансформаторные ИП.* Принцип действия, функции преобразования. Разновидности конструкций одинарных и дифференциальных. Особенности.

*Индукционные ИП.* Принцип действия, функции преобразования. Конструктивные варианты. Основные характеристики и способы их улучшения. Применение.

*Магнитоупругие и магнитоанизатропные преобразователи.*

Принцип действия. Конструктивные варианты. Основные характеристики: чувствительность, точность, линейность, способы их улучшения. Область применения.

*Вихретоковые ИП.* Принцип действия, разновидности. Влияние ряда факторов на свойства ИП и методы отстройки от влияния мешающих факторов. Применение.

***Электростатические измерительные преобразователи***

*Емкостные ИП.* Принцип действия, разновидности. Основные характеристики. Измерительные схемы включения. Достоинства и недостатки. Область применения.

*Пьезоэлектрические ИП.* Прямой и обратный пьезоэффект. Пьезоэлектрики и их свойства. Применение пьезоэлектриков в датчиках неэлектрических величин. Анализ эквивалентной схемы замещения пьезоэлектрических ИП. Погрешности ИП. Область применения.

*Электретные ИП.* Материалы. Конструктивное исполнение. Технология создания электретных ИП. Применение.

***Тепловые измерительные преобразователи***

*Терморезисторы.* Принцип действия. Уравнение теплового баланса. Возможность использования терморезисторов для измерения различных неэлектрических величин, определенным образом влияющих на условия теплового обмена.

Режимы работы терморезисторов. Металлические и полупроводниковые терморезисторы, их свойства. Использование терморезисторов в термометрах, термоанемометрах, датчиках перемещения и т.д.

*Термоэлектрические ИП.* Принцип действия, разновидности используемых термопар. Особенности работы с термопарами: введение поправки на температуру свободных концов. Погрешности и способы их уменьшения. Применение.

***Измерительные преобразователи оптического излучения***

*Преобразователи оптического излучения.* Характеристики оптического излучения. Источники оптического излучения, разновидности, свойства, характеристики.

*Приемники оптического излучения* (интегральные и селективные). Виды приемников: тепловые, пироэлектрические, фотоэлектрические. Их характеристики, свойства, принцип действия. Структурные схемы датчиков оптического излучения (одноканальные, двухканальные). Применение оптических датчиков для измерения неэлектрических величин.

***Электрохимические измерительные преобразователи***

Основные свойства электролитической ячейки. Явлений и законы электрохимии, используемые для построения измерительных преобразователей. Классификация и область применения.

Принцип действия этих преобразователей, особенности их построения. Материалы конструктивных элементов. Влияние внешних факторов и способы уменьшения погрешностей. Области применения.

#### **4.2.2 Методы измерения неэлектрических величин (32ч.)**

*Классификация неэлектрических величин*

*Методы измерения геометрических величин.* Классификация величин пространства и времени: геометрических, времени и параметров движения. Измерение линейных размеров: расстояний, толщин, высот, глубин, диаметров,

уровней, параметров шероховатостей. Измерение площадей и объемов. Измерение угловых размеров.

*Методы измерения параметров движения.* Виды движения. Параметры движения, связь между ними. Методы измерения линейных и угловых перемещений. Основные методы измерения скорости и расхода твердых, жидких и газообразных сред. Методы измерения скоростей вращения. Методы измерения параметров вибрации, взрыва и др. параметров движения. Методы измерения параметров движений с использованием инерционных ИП.

*Методы измерения механических величин.* Классификация механических величин и связь между ними. Методы измерения сосредоточенных сил. Методы измерений давлений. Механические моменты и методы их измерений. Методы измерения механических напряжений и деформаций. Границы применимости методов и основные погрешности средств измерения.

*Методы измерения тепловых величин.* Классификация тепловых величин. Понятие температуры. Температурные шкалы. Контактные и бесконтактные методы измерения температур, источники погрешностей и область применения. Особенности и методы измерения сверхнизких и низких, средних и высоких температур.

*Методы измерения акустических величин.* Основные акустические величины и их единицы измерения. Методы измерения акустического давления, скорости распространения звука, звукоизоляции, акустического шума и др. величин. Метрологическое обеспечение измерения акустических величин.

*Методы измерения величин оптического излучения.* Классификация оптических величин. Светотехнические и энергетические единицы измерения. Метрологическое обеспечение силы света. Методы измерения световых величин.

*Методы измерения концентрации и состава веществ.* Понятия концентрации и состава веществ (концентрация, состав, структура, вязкость, цветность, мутность, жирность, влажность, дымность и др.). Измеряемые физические параметры. Основные методы измерения концентрации и состава: электрохимические, ионизационные, спектрометрические, тепловые, магнитные, диэлькометрические, хроматографические, оптические, радиоскопические, акустические, механические, и др.

## **5. Содержание практического раздела дисциплины**

### **5.1. Тематика лабораторных занятий**

- Вводное занятие. Цели и задачи лабораторного цикла. Особенности проведения лабораторных исследований по циклу МИСИ (2 ч.).
- Измерение параметров магнитных полей и характеристик магнитных материалов (2 -8 ч.).
- Измерение параметров магнитных полей и характеристик магнитных материалов (2- 4 ч.).
- Исследование гальваномагнитных преобразователей Холла (4 ч.).
- Измерение магнитного потока и индукции при помощи веберметра (2 ч.).
- Исследование и применение метода стробирования для определения динамических характеристик магнитных материалов (4 ч.).
- Коэрциметрический метод определения структурно-механических характеристик ферромагнитных материалов и изделий (2 ч.).

- Исследование и применение феррометрического метода для получения динамических магнитных характеристик (4 ч.).
- Ваттметровый метод определения магнитных потерь (2 ч.).
- Исследование свойств тепловых измерительных преобразователей (6 ч.).
- Исследование резистивных измерительных преобразователей (4 ч.).
- Исследование тензометрических измерительных преобразователей (2 ч.).
- Исследование электромагнитных измерительных преобразователей (2 ч.).
- Исследование емкостных измерительных преобразователей (2ч.).
- Исследование фотоэлектрических измерительных преобразователей (2 ч.).
- Исследование типовой структуры построения средств измерения неэлектрических величин (2 ч.).
- Вихретоковый толщиномер (2 ч.).
- Комплект виртуальных лабораторных работ, выполненных в среде LabView в количестве 7 наименований (общим объемом от 14 до 24 ч.).

### 5.5 Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Номер раздела/темы	Аудиторная работа (час)		СРС (час)	Итого
	Лекции	Лаб. работы		
4.1	32	8	64	104
4.2	64	24	120	208
<b>ИТОГО</b>	<b>96</b>	<b>32</b>	<b>184</b>	<b>312</b>

### 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает две составляющие: текущую СРС и творческую проектно-ориентированную СР (ТСР).

**6.1 Текущая СРС** направлена на углубление и закрепление знаний студентов, развитие практических умений и представляет собой:

- применение основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения вопросов проектирования аналоговых устройств;
- подбор, анализ и оформление материалов для описания методов измерения по темам курсового проектирования по дисциплине;
- анализ технического задания и задач проектирования приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников.

**6.2 Творческая проектно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)**, ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса общекультурных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и представляет собой:

- умение выбрать и разработать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов;

- умение проектировать и конструировать типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования, умение проводить проектные расчеты и технико-экономическое обоснование конструкций приборов в соответствии с техническим заданием;
- умение составлять отдельные виды технической документации, включая технические условия, описания, инструкции и другие,
- умение проводить монтаж, наладку, испытания и сдачу в эксплуатацию опытных образцов техники;
- умение проводить измерения и исследования по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов;
- умение использовать математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- умение составлять описания проводимых исследований разрабатываемых проектов и собирать данные для составления отчетов;
- умение организовать маршруты технологического прохождения элементов и узлов приборов и систем при изготовлении и планировать размещение технологического оборудования, а также технически оснащать и организовать рабочие места;
- умение осуществлять технический контроль производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества.

### **6.3 Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине**

#### **6.3.1 Темы индивидуальных заданий (примеры):**

- Системы диагностики автомобилей,
- Электромагнитная структуроскопия.
- Оптические датчики при измерении неэлектрических величин.
- Новые физические эффекты при построении датчиков физических величин.
- Измерение концентрации и состава применительно к диагностике автотранспортных средств.
- Приборы и системы медицинской диагностики.
- Способы передачи измерительной информации.
- Измерение массы, плотности газообразных, жидких и твердых сред.
- Время и его измерение.
- Измерение тепловых величин.
- Технические средства диагностики летательных аппаратов.
- Технические средства диагностики в нефтяной и газовой промышленности (общие вопросы).
- Технические средства диагностики газо- и нефтепроводов в режиме эксплуатации.
- Системы поиска утечек газо- и нефтепроводов.
- Технические средства неразрушающего контроля в машиностроении.
- Магнитные методы неразрушающего контроля структуры.
- Магнитная и электромагнитная толщинометрия.
- Магнитная и электромагнитная дефектоскопия.
- Параметры бурения скважин и их оценка.

### 6.3.2 Темы курсовых проектов (примеры):

- Универсальный измеритель параметров магнитного поля.
- Индукционный расходомер.
- Датчик в приборе для измерения параметров магнитного поля.
- Датчик угла поворота.
- Датчик расходомера.
- Датчик для измерения параметров вибрации.
- Динамометр малых усилий.
- Датчик для измерения давления пара.
- Магнитоупругий динамометр.
- Датчик перемещения.
- Датчик для измерения расхода электропроводящей жидкости.
- Датчик контроля размеров.
- Датчик для измерения толщины гальванического покрытия.
- Устройство измерения и контроля скорости.
- Электромагнитный датчик угла поворотов.
- Датчик в приборе для измерения температур.
- Оптический прибор для измерения и контроля отклонений диаметра проволоки.
- Датчик для измерения уровня жидкости.
- Датчик в приборе для контроля уровня жидкости.
- Измеритель момента затяжки резьбовых соединений.
- Датчики динамометра.
- Датчик уравнивания в устройстве для измерения малых сосредоточенных усилий.
- Установка для определения статических магнитных характеристик.
- Установка для измерения динамических магнитных характеристик.
- Темы, выполняемые в контексте реализации «сквозного» проектирования.

### 6.3.3 Темы работ в структуре междисциплинарных проектов (примеры):

- Измеритель магнитной индукции постоянного магнитного поля в воздушном зазоре магнитной цепи с использованием индукционных ИП.
- Измеритель магнитной индукции(напряженности) магнитного поля Земли на основе магнитомеханических ИП.
- Измеритель магнитной индукции(напряженности) магнитного поля в зазоре постоянного магнита с использованием гальваномагнитных ИП(например, датчиков Холла).
- Измеритель толщины однослойных диэлектрических объектов с использованием электрических (емкостных) ИП.
- Измеритель толщины однослойных магнитных объектов с использованием электромагнитных (индуктивных) ИП.
- Измерители толщины диэлектрических покрытий на магнитном основании с использованием электромагнитных (индуктивных) ИП.
- Измеритель диаметров протяженных диэлектрических объектов с использованием электрических (емкостных) ИП.

- Измеритель диаметров проводящих немагнитных объектов с использованием электромагнитных (вихретоковых) ИП.
- Измеритель индукции магнитного поля в зазоре электромагнита (постоянного магнита). Исходные данные: Размер зазора - 2мм, поперечные размеры полюсов - (20x20)мм, значения индукции - 0-0.5 Т.
- Измеритель диаметров проводящих немагнитных объектов с использованием оптических (фотоэлектрически) ИП.
- Измерители уровня однослойных жидких сред с использованием поплавковых ИП.
- Измерители уровня однослойных жидких сред с использованием акустических (ультразвуковых) ИП.
- Измерители скорости пройденного пути поступательного движения наземных транспортных средств.
- Измерители угловой скорости и количества оборотов (с использованием электромагнитных(индуктивных) ИП.
- Измеритель диаметров проводящих немагнитных объектов с использованием оптических (фотоэлектрически) ИП.
- Измеритель расхода жидких сред в замкнутых трубопроводах с использованием турбинных ИП.
- использованием акустических ИП.
- Измеритель расхода газовых сред в замкнутых трубопроводах с использованием “напорных” ИП.
- Измеритель крутящих моментов с использованием упругих ИП.
- Измеритель давления с использованием мембранных ИП.

#### 6.3.4 Темы разделов курса, выносимые на самостоятельную проработку:

- Образцовые меры магнитных величин. Метрологическая база магнитных измерений.
- Принципиальное и конструктивное разнообразие индукционных преобразователей для измерения параметров магнитных полей.
- Измерительные преобразователи магнитных величин с выраженным четногармоническим эффектом.
- Обобщенные структуры средств измерения параметров постоянных и переменных магнитных полей.
- Применение магнитных измерительных преобразователей для измерения электрических величин.
- Применение магнитных измерительных преобразователей для измерения неэлектрических величин.
- Структуры построения средств измерения неэлектрических величин.
- Влияющие (мешающие) факторы и их учет при оценке дополнительных погрешностей.
- Частотные датчики (датчики с частотным выходом) и их место в СИ неэлектрических величин.

#### **6.4 Контроль самостоятельной работы**

Контроль СРС студентов проводится путем проверки работ, предложенных обучающимся для выполнения в качестве домашних заданий согласно разделу 6.3.4 и рейтинг-плану освоения дисциплины. Одним из основных видов контроля СРС является защита индивидуальных домашних заданий, являющихся мини - проектами в проектно – ориентированной технологии обучения. Результаты защиты контрольных заданий определяют умения и навыки в проектировании средств измерений. Наряду с контролем СРС со стороны преподавателя предполагается личный самоконтроль по выполнению СРС со стороны студентов.

#### **6.5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Для организации самостоятельной работы студентов рекомендуется использование основного и дополнительного списков литературы и Internet-ресурсов согласно перечню раздела п. «9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» настоящей рабочей программы. Предусмотрено также использование электронных учебников, а также специализированного программного обеспечения в процессе освоения дисциплины.

### **7. Текущая и итоговая оценка качества освоения учебной дисциплины**

7.1 Целью текущего и итогового контролей знаний являются соответствие формируемых у студентов понятий, знаний, умений и компетенций аналогичным категориям, которые должны появиться у них на соответствующих этапах обучения: Результаты текущего контроля используются для определения уровня подготовки студентов в баллах кредитно- рейтинговой системы. При изучении дисциплины используются следующие виды контроля:

- входной контроль остаточных знаний и умений по дисциплинам, используемых при изучении данной дисциплины;
- текущий и промежуточные контроли соответствия знаний, умений и компетенций студентов на этапах их обучения.
- контроль за своевременностью и правильностью выполнения итогового продукта студентов.

По результатам проведенного текущего контроля по всем его видам формируется допуск студента к итоговому контролю – зачету или экзамену.

7.2 Промежуточный (рубежный) контроль осуществляется по результатам контрольных работ, выполняемых во внеаудиторное время, так как ко времени первых двух аттестаций в каждом семестре аудиторные занятия представлены только лекциями (см. рейтинг-листы).

7.3 Рейтинг – листы:

- на 7-й семестр - лекционный цикл;
- на 8-й семестр - лекционный цикл;
- на 8-й семестр – курсовой проект.

### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

8.1 Основная литература

- Измерение неэлектрических величин: учебное пособие /Б.Б.Винокуров, Г.В.Вавилова. И.А.Клубович. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 290 с.

- В.К.Жуков, Б.Б.Винокуров, А.М. Нестеров. Измерительная техника: Учебное пособие. – Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2003. – 284 с.
- Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: Измерительные преобразователи, Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат, 1983.-320с.
- Измерения в промышленности. Справ. изд. в 3-х кн. Кн.1 Теоретические основы. Пер. с нем. / Под ред. Профоса П.: Металлургия, 1990. - 1990. - 492 с.
- Аш Ж. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах. Пер. с франц. - М.: Мир, 1992. - Кн.1- 480 с., Кн.2 - 424 с.
- Винокуров Б.Б. Измерение параметров магнитных полей и характеристик ферромагнитных материалов. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 1998. - 120 с.
- Куликовский К.Л., Купер В.Я. Методы и средства измерений. -Для студ. ВУЗов, М.: Атомэнергиздат, 1986.-448с.
- Дж Фрайден Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2005. -592 с.

### 8.2 Дополнительная литература

- Проектирование датчиков для измерения механических величин/ Е.П. Осадчий, А.И. Тихонов, В.И. Карпов и др., Под ред. Е.П. Осадчего. – М.: Машиностроение, 1979,-480с.
- Испытание магнитных материалов и систем/ Е.В.Комаров, А.Д.Покровский, В.Г.Сергеев, А.Я.Шихин/ Под ред. А.Я.Шихина. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 376 с.

### 8.3 Internet- ресурсы:

- <http://portal.tpu.ru/SHARED/b/BORWIN> -персональный сайт преподавателя учебной дисциплины Винокурова Б.Б.
- [iit.b10.tpu.edu.ru](http://iit.b10.tpu.edu.ru) Web – сайт кафедры информационно-измерительной техники.

## 9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Освоение дисциплины производится на базе учебной лаборатории кафедры ИИТ ИНК ауд. 206 10 учебного корпуса ТПУ. Лаборатория оснащена современным оборудованием, позволяющим проводить лекционные (24 посадочных места), практические и лабораторные занятия. Выполнение лабораторных работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах оснащенных макетами ЛР с соответствующим комплектом средств измерений и объектами исследований. Здесь же проводятся консультации по текущим вопросам и по курсовому проектированию курсовых проектов.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки 200100 Приборостроение

Программа одобрена на заседании кафедры ИИТ Института неразрушающего контроля (протокол № 72 от «1» сентября 2010 г.).

Автор доцент кафедры ИИТ ИНК. Винокуров Б.Б.

Рецензент доцент каф. ИИТ ИНК Миляев Д.В