

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФИТ

А.С. Авдеев

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.4 «Аналоговые измерительные устройства»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **12.03.01**

**Приборостроение**

Направленность (профиль, специализация): **Измерительные информационные технологии**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная)**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	Т.В. Котлубовская
Согласовал	Зав. кафедрой «ИТ»	А.Г. Зрюмова
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Г. Зрюмова

г. Барнаул

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

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-5	способностью обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	методы обработки экспериментальных исследований, проведенных с помощью аналоговых измерительных устройств	обрабатывать результаты экспериментальных исследований, полученных на основе использования аналоговых измерительных устройств	навыками обработки и представления экспериментальных исследований, проведенных с помощью аналоговых измерительных устройств
ПК-3	способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	аналоговые методы и средства измерений и методы проведения экспериментальных исследований с помощью аналоговых измерительных устройств	проводить измерения по заданной методике с помощью аналоговых измерительных устройств	навыками проведения измерений и исследования различных объектов по заданной методике с помощью аналоговых измерительных устройств
ПК-5	способностью к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях	типичные методы расчета элементов и узлов при проектировании аналоговых измерительных устройств на схемотехническом и элементном уровнях	анализировать и рассчитывать основные параметры типовых аналоговых систем и приборов	навыками проектирования и конструирования аналоговых узлов, приборов и систем в соответствии с техническим заданием

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Компьютерное конструкторское проектирование в приборостроении, Компьютерные технологии в приборостроении, Методы и средства измерений, Методы и средства обработки результата измерений, Метрология, стандартизация и сертификация, Обработка и хранение измерительной информации, Общая электротехника, Основы автоматического управления, Основы проектирования приборов и систем, Приборы в физической лаборатории, Теоретические основы измерительных и информационных технологий, Теория вероятностей и математическая статистика, Электроника и микропроцессорная техника
---	---

Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Измерительные информационные системы, Цифровые измерительные устройства
---	---

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	17	17	17	93	60

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 7**

**Лекционные занятия (17ч.)**

**1. Систематизация АИУ {дискуссия} (2ч.)[5,6,8,13,14]** АИУ, их виды и место среди других средств измерений. Классификация, структура и функциональные части АИУ.

Метрологические характеристики и параметры АИУ.

**2. Погрешности АИУ {дискуссия} (2ч.)[5,6,8,13,14]** Погрешности АИУ: основная, дополнительная, динамическая, погрешность взаимодействия.

Нормирование погрешностей.

**3. Методы уменьшения погрешностей АИУ и фильтрация погрешностей {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[5,8,13,14]** Классификация методов. Стабилизация

реальной характеристики преобразования.

Коррекция погрешностей: калибровка, способ образцовых сигналов, автоматическая коррекция способом итераций, аддитивная и мультипликативная коррекция.

Оптимальная линейная фильтрация, выбор оптимальных параметров фильтра.

Способы уменьшения динамической погрешности.

**4. Масштабирующие и функциональные преобразователи {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[5,8,13,14]** Масштабные преобразователи (пассивные и активные), расчет в области низких и высоких частот. Усилители постоянного тока (с преобразованием спектра сигнала и без преобразования). Усилители переменного тока. Преобразователи импеданса. Функциональные преобразователи.

**5. Электронные вольтметры {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[5,8,13,14]** Основные понятия, назначение. Измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное напряжение. Преобразователи амплитудных значений (ПАЗ): схемы с открытым и закрытым входами, погрешности ПАЗ. Преобразователи средневыпрямленного значения (ПСЗ): пассивные и активные, погрешности ПСЗ. Преобразователи среднеквадратических значений. Универсальные и импульсные вольтметры.

**6. Электронно-лучевые осциллографы (ЭЛО) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[5,8,13,14]** Области применения ЭЛО. Свойства, классификация. Обобщенная структурная схема. Метрологические и технические характеристики ЭЛО.

**7. Анализаторы спектра {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[5,8,13,14]** Анализаторы спектра детерминированных процессов (АСДП): математическая модель построения АСДП, характеристики анализаторов спектра (разрешающая способность, время анализа, полоса анализируемых частот). Структурные схемы АСДП.

Анализаторы спектра случайных процессов (АССП): математическая модель построения АССП, характеристики АССП. Структурная схема АССП. Погрешности АССП.

**8. Электродинамические приборы и измерительные генераторы (ИГ) {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[5,8,9,13,14]** Области применения, свойства и особенности электродинамических приборов. Электродинамические измерительные механизмы. Ваттметры: измерительные цепи и погрешности.

Виды, назначение, режимы использования, параметры ИГ. Обобщенная структурная схема ИГ.

Генераторы синусоидальных сигналов: функциональная схема, принцип работы. Характеристики и принципы построения аналоговых генераторов случайных сигналов.

**9. Показывающие, регистрирующие и регулирующие приборы {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (1ч.)[5,8,13,14]** Классификация, структурные схемы, способы регистрации. Регулирующие устройства: общие элементы и узлы прибора.

### **Практические занятия (17ч.)**

- 1. Погрешности АИУ(4ч.)[2,5]** Формирование способности обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований. Решение задач по определению погрешностей АИУ.
- 2. Вольтметры и амперметры(4ч.)[2,5]** Формирование способности обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований. Решение задач по определению метрологических характеристик аналоговых приборов на примере вольтметров и амперметров. Расчет класса точности приборов.
- 3. Масштабирующие и функциональные преобразователи(3ч.)[2,5]** Формирование способности к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях. Расчет функциональных узлов масштабирующих и функциональных преобразователей. Анализ и расчет основных параметров преобразователей.
- 4. Электронные осциллографы и измерительные генераторы(2ч.)[2,5]** Решение задач по определению характеристик осциллографов и генераторов по заданной методике, таких как: нелинейность амплитудной характеристики горизонтального канала осциллографа, амплитуда исследуемого напряжения и скорость развертки универсального моноблочного осциллографа, полоса пропускания усилителя вертикального отклонения стробоскопического осциллографа и шаг стробирования, а также задачи, содержащие вопросы по устройству и принципу действия генераторов синусоидальных сигналов, случайных сигналов и импульсов.
- 5. Анализаторы спектра(2ч.)[2,5]** Формирование способности к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике. Решение задач по определению разрешающей способности и полосы пропускания анализатора спектра, вычисление энергии сигнала и его энергетического спектра. Спектральный анализ сигналов (разложение в ряд Фурье).
- 6. Электродинамические приборы(2ч.)[2,5]** Решение задач по определению метрологических характеристик электродинамических приборов. Формирование навыков обработки и представления данных экспериментальных исследований.

### **Лабораторные работы (17ч.)**

- 1. Измерение параметров элементов электрических цепей {работа в малых группах} (4ч.)[3,5,11,12,13,14]** Освоение методики выборочной проверки качества элементов электронной промышленности на базе измерений массива резисторов одной партии с последующей обработкой результатов экспериментальных исследований, полученных на основе использования аналоговых измерительных устройств.
- 2. Определение погрешностей аналогового электромеханического измерительного прибора {работа в малых группах} (4ч.)[3,5,13,14]**

Приобретение навыков обработки и представления экспериментальных исследований, необходимых при расчете аддитивной и мультипликативной погрешностей шкалы электромеханического измерительного прибора, проведенных с помощью вольтметра В7–16 и осциллографа С1 – 70.

**3. Изучение принципа действия, метрологических характеристик электронного осциллографа и измерение сигналов с его помощью {работа в малых группах} (4ч.)[3,5,13,14]** Изучение принципов работы электронного осциллографа и методов определения его характеристик по заданной методике.

**4. Анализатор спектра {работа в малых группах} (5ч.)[3,5,13,14]** Приобретение навыков проведения измерений и исследования спектров сигналов по заданной методике с помощью анализатора спектра. Фурье-анализ.

### **Самостоятельная работа (93ч.)**

**1. Подготовка к лабораторным работам(8ч.)[3,4,5,11,12,13,14]** Работа с материалами лекций, литературными источниками и интернет-ресурсами.

**2. Подготовка к контрольным опросам(4ч.)[4,5,8,13,14]** Работа с материалами лекций, литературными источниками и интернет-ресурсами.

**3. Подготовка к лекциям(12ч.)[4,5,8,13,14]** Работа с материалами лекций, литературными источниками и интернет-ресурсами.

**4. Подготовка к практическим занятиям(8ч.)[4,5,8,13,14]** Работа с материалами лекций, литературными источниками и интернет-ресурсами.

**5. Выполнение курсовой работы (с защитой)(25ч.)[1,4,5,7,9,10,12,13,14]** Курсовая работа – «Проектирование электронного многопредельного вольтметра переменного тока» формирует способности к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях и включает в себя:

1)Получение и анализ технического задания на проектирование – 1 час;

2)Расчет на функциональном уровне вольтметра – 1 час;

3)Расчет высокоомного делителя на низкой и высокой частоте – 4 часа;

4)Расчет преобразователя импеданса и низкоомного делителя – 4 часа;

5)Расчет широкополосного усилителя – 2 часа;

6)Расчет детектора – 3 часа;

7) Оценка расчета суммарной погрешности вольтметра – 1 час;

8)Моделирование работы вольтметра в программе Multisim 10.1./Micro-Cap – 4 часа;

9)Оформление пояснительной записки и подготовка к защите работы – 5 часов.

**6. Экзамен(36ч.)[4,5,8,13,14]** Работа с материалами лекций, литературными источниками и интернет-ресурсами.

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

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Котлубовская, Т. В. Проектирование электронного многопредельного вольтметра переменного тока: методические указания для выполнения курсовой работы по основным разделам дисциплины «Аналоговые измерительные устройства» для студентов очной, очно - заочной и заочной форм обучения направления «Приборостроение» / Т. В. Котлубовская; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. – 52 с. – доступ из ЭБС АлтГТУ.- Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovsk\\_volt.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovsk_volt.pdf)

2. Котлубовская, Т. В. Аналоговые измерительные устройства : задачник / Т. В. Котлубовская ; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. – 91 с. . – доступ из ЭБС АлтГТУ.- Режим доступа: [elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovsk\\_sbz.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovsk_sbz.pdf)

3. Котлубовская, Т. В., Кузьмин Ю. Г. Аналоговые измерительные устройства: учебно – методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Т. В. Котлубовская, Ю. Г. Кузьмин; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. – 78 с. – доступ из ЭБС АлтГТУ. - Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovsk\\_lr.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovsk_lr.pdf)

4. Котлубовская, Т. В. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов по основным разделам дисциплины «Аналоговые измерительные устройства» для бакалавров очной формы обучения направления «Приборостроение» / АлтГТУ им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 12с. – доступ из ЭБС АлтГТУ.- Режим доступа:[http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovskaya\\_aiu\\_srs\\_ps.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovskaya_aiu_srs_ps.pdf)

## 6. Перечень учебной литературы

### 6.1. Основная литература

5. Котлубовская, Т. В. Аналоговые измерительные устройства : учебное пособие / Т. В. Котлубовская ; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014. – 97 с. – ISBN 978-5-7568-1077-6. – доступ из ЭБС АлтГТУ.- Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovsk\\_AIU.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovsk_AIU.pdf)

6. Раннев, Г. Г. Методы и средства измерений [Текст]: Учебник для вузов по направлению 653700 «Приборостроение» специальности 190900 «ИИТ и Т». – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 331 с.: ил. [20 экз.]

7. Аверченков, О.Е. Основы схемотехники аналого-цифровых устройств [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Е. Аверченков. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 80 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4139>. — Загл. с экрана.

## 6.2. Дополнительная литература

8. Аналоговые электроизмерительные приборы [Текст] / Под ред. Е.Г. Бишард и др. – М.: Высш. школа, 1991. – 415 с. [50 экз.]

9. Булычев, А.Л. Электронные приборы [Электронный ресурс] / А.Л. Булычев, П.М. Лямин, Е.С. Тулинов. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2006. — 399 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/824>. — Загл. с экрана.

10. 100 лучших радиоэлектронных схем [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/861>. — Загл. с экрана.

11. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]: Учебное пособие для вузов. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2003.- 480с.: ил. [97 экз.];

12. Белов, Н.В. Электротехника и основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Белов, Ю.С. Волков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3553>. — Загл. с экрана.

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

13. Аналоговые измерительные устройства [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс по дисциплине/ сост. Котлубовская, Т. В., Патрушев, Е. М., Нечаев, А. А.; АлтГТУ им. И. И. Ползунова. – Барнаул: кафедра информационных технологий, 2011.- Режим доступа: <http://it.fitib.altstu.ru/neud/aiu/index.php?doc=teor&module=2>

14. Аналоговые измерительные устройства [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс по дисциплине/ сост. Котлубовская, Т. В., Скорых В. С. ; АлтГТУ им. И. И. Ползунова. – Барнаул: кафедра информационных технологий, 2016. – Режим доступа: [http://faraday.scienceontheweb.net/story\\_html5.html](http://faraday.scienceontheweb.net/story_html5.html)

## 8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

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

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Windows
2	Mathcad 15
3	Mozilla Firefox
4	Microsoft Office
5	Multisim 10.1
6	LibreOffice
7	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ)
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
лаборатории

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».