

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: **заочная**

<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	типовые 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, Общая электротехника, Основы автоматического управления, Основы проектирования приборов и систем, Приборы в физической лаборатории, Системы сбора и обработки данных, 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 обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
заочная	12	16	6	110	38

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

**Форма обучения: заочная**

**Семестр: 9**

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 1.53 / 55

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
6	8	0	41	15

**Лекционные занятия (6ч.)**

**1. Систематизация АИУ и погрешности АИУ {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (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. Погрешности АИУ: основная, дополнительная, динамическая, погрешность взаимодействия.

Нормирование погрешностей.

**2. Методы уменьшения погрешностей АИУ. Фильтрация погрешностей.** Способы уменьшения динамической погрешности {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных

**технологий} (2ч.)[5,8,13,14]** Классификация методов уменьшения погрешностей. 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. Коррекция с помощью цепи обратной связи, последовательное включение корректирующих устройств, коррекция с помощью аналоговых и цифровых вычислительных устройств. Пределы корректирования.

**3. Масштабирующие и функциональные преобразователи. Электронные вольтметры {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (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.

#### **Лабораторные работы (8ч.)**

**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 основе измерений массива резисторов одной партии.

**2. Определение погрешностей аналогового электромеханического измерительного прибора {работа в малых группах} (4ч.)[3,5,13,14]** Освоение методики определения погрешностей электромеханического измерительного прибора. Формирование навыков обработки и представлять данные экспериментальных исследований.

#### **Самостоятельная работа (41ч.)**

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

**2. Подготовка к выполнению лабораторных работ, оформление отчета(4ч.)[3,5,11,12,13,14]** Работа с материалами лекций, литературными источниками и интернет-ресурсами.

**3. Подготовка к контрольным опросам(15ч.)[4,5,8,13,14]** Работа с материалами лекций, литературными источниками и интернет-ресурсами.

**4. Контрольная работа(12ч.)[2,4,5,13,14]** Контрольная работа состоит из 4 задач по 25 баллов каждая. Базируется на лекциях №1 и №3 и рассчитана на 2 часа.

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

*Семестр: 10*

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2.47 / 89

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
6	8	6	69	22

### **Лекционные занятия (6ч.)**

**1. 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.

**2. 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.

**3. Электродинамические приборы.Измерительные генераторы (ИГ). Показывающие, регистрирующие и регулирующие приборы {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.

Классификация и структурные схемы показывающих, регистрирующих и регулирующих приборов, способы регистрации. Регулирующие устройства: общие элементы и узлы прибора.

### **Практические занятия (6ч.)**

**1. Погрешности АИУ(1ч.)[2,5]** Решение задач по определению погрешностей АИУ.

**2. Вольтметры и амперметры(2ч.)[2,5]** Решение задач по определению метрологических характеристик аналоговых приборов на примере вольтметров и амперметров. Расчет класса точности приборов.

**3. Масштабирующие и функциональные преобразователи(2ч.)[2,5]** Расчет

функциональных узлов преобразователей.

**4. Анализаторы спектра(1ч.)[2,5]** 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).

#### **Лабораторные работы (8ч.)**

**1. 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.

**2. Анализатор спектра {работа в малых группах} (4ч.)[3,5,13,14]** Приобретение навыков работы с анализатором спектра при исследовании спектров сигналов с его помощью. Фурье-анализ. Анализ и расчет основных параметров.

#### **Самостоятельная работа (69ч.)**

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

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

**3. Подготовка к практическим занятиям(10ч.)[4,5,8,13,14]** Работа с материалами лекций, литературными источниками и интернет-ресурсами.

**4. Подготовка к лабораторным работам(14ч.)[3,4,5,11,12,13,13]** 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» включает в себя: 1) Расчет на функциональном уровне вольтметра – 4 часа; 2) Расчет высокоомного делителя на низкой и высокой частоте – 4 часа; 3) Расчет преобразователя импеданса и низкоомного делителя – 4 часа; 4) Расчет широкополосного усилителя – 4 часа; 5) Расчет детектора – 4 часа; 6) Оформление пояснительной записки и подготовка к защите работы – 5 часов.

**6. Экзамен(9ч.)[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 заочной формы обучения направления «Приборостроение» / АлтГТУ им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. – 19с. – доступ из ЭБС АлтГТУ.- Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovskaya\\_ain\\_zfo\\_srs\\_ps.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Kotlubovskaya_ain_zfo_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. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств [Электронный ресурс] / Г.И. Волович. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 636 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107891>. — Загл. с экрана.

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. [49 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. [96 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.

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

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
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**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
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».