

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)  
Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



А.А. Галкин

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ДАТЧИКИ»**

направление подготовки / специальность  
**27.03.04 – Управление в технических системах**

направленность (профиль) подготовки  
**Управление и информатика в технических системах**

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины - приобретение знаний, необходимых для квалифицированного применения средств измерения в условиях научно-исследовательских лабораторий и производства; а также знаний о датчиках активных и параметрических, используемых в системах управления.

Задачи: изучение основных характеристик и параметров электрических сигналов и цепей, приемы расчета, изучение средств получения сигналов (датчиков), обработки и представления экспериментальных данных, изучение метрологических характеристик измерительных преобразователей, на основе которых строятся измерительные приборы, изучение информации о современных разработках получения сигналов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Измерительные преобразователи и датчики» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
ПК-5 Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	ПК-5.1. Знает методы сбора исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления. ПК-5.2. Имеет анализировать исходные данные для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления. ПК-5.3. Владеет навыками сбора и анализа исходных данных.	Знание характеристик и параметров электрических сигналов и цепей, способность собирать информацию для расчета узлов и блоков систем управления Умение применять расчеты при использовании измерительных преобразователей (ИП) в системах управления Владение информацией о современных датчиках сигналов	Тестовые вопросы
ПК-6 Способен производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техни-	ПК-6.1. Знает методы расчета и проектирования отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления. ПК-6.2. Умеет производит расчеты отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления; производить анализ элементной базы отдельных блоков и устройств и выбор ее для построения систем автоматизации и управления. ПК-6.3. Владеет навыками использования стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании и расчетах от-	Знание на основе полученных методов и приемов и расчета устройства (блока) для решения поставленной задачи Умение выбрать и рассчитать узел с ИП или датчиком для конкретной системы Владение: информацией о средствах получения сигналов, основными приемами обработки экспери-	Тестовые вопросы, лабораторные занятия

ческим заданием	дельных блоков и устройств	ментальных данных; работать с измерительной аппаратурой	
-----------------	----------------------------	---	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единиц, **144** час.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Основные характеристики электрических сигналов и цепей. Параметрическое и функциональное представление сигналов	5	1	4					
2	Точность, погрешность. Классификация погрешностей. Классы точности СИ. Определение погрешности по известному классу точности.	5	2-3	4		2		14	Рейтинг-контроль 1
3	Обработка результатов измерений. Прямые однократные и многократные измерения.	5	4-5	2		2		8	
7	Датчики, чувствительные элементы. Активные и пассивные датчики. Принципы, типы, схемы Применения.	5	6	4		2		8	
4	Приборы: для измерения тока и напряжения, частоты, сопротивления и других параметров сигналов; для качественной оценки сигналов (форма). Генераторы сигналов.	5	7-8	4				12	Рейтинг-контроль 2
5	Элементы Холла (ЭХ). Разновидности, Параметры; частотные и ориентационные характеристики. Применение ЭХ в схемах с ОУ.	5	9-10	2		4	2	6	Рейтинг-контроль 3
6	Магниторезисторы. Рановидности. Комбинированные преобразователи магнитного поля (ПМП). Применение, схемы включения.	5	11-12	4		2			
7	Магнитотранзисторы. Разновидности. Частотные и ориентационные характеристики МТ. Применение, схемы включения МТ.	5	13	2		2	2		

8	.Магнитодиоды (МД). Разновидности, технологии. Применение МД, особенности ,схемы включения. .Магнитотиристоры. Магниточувствительные Z-элементы. Ферозондовые ПМП. Магнитоиндуктивные датчики Характеристики, применение.	5	14	4		2			
9	Датчики температуры на БПТ с выходом по току и по напряжению. Логометрические ДТ. ДТ с цифровым выходом.	5	15-16	4			2		
10	Измерительные схемы на ОУ фотоэлектрические, заряда, действующего и пикового значения величины.	5	17	2					
11	Основные характеристики электрических сигналов и цепей. Параметрическое и функциональное представление сигналов	5	18	4					
Всего за 5 семестр				<b>36</b>		<b>18</b>		<b>54</b>	Экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР						-			
Итого по дисциплине				<b>36</b>		<b>18</b>		<b>54</b>	Экзамен (36)

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

1. Основные характеристики электрических сигналов и цепей. Параметрическое и функциональное представление сигналов.

2. Точность, погрешность. Классификация погрешностей. Классы точности средств измерения (СИ). Определение погрешностей по известному классу прибора. Представление о различных видах погрешностей.

3. Обработка результатов измерений. Примеры прямых измерений обработки.

4. Датчики, чувствительные элементы. Активные и пассивные датчики. Принципы .

5. Приборы, измеряющие напряжение и ток. Электромеханические приборы. Измерительные систем: магнитоэлектрическая, электромагнитная, электродинамическая, электростатическая.

Электронные аналоговые и цифровые измерительные приборы. Представление о применениях .

Осциллографы. Классификация. Электронно-лучевой осциллограф (ЭЛО). Устройство ЭЛО, каналы вертикального и горизонтального отклонения, электронно-лучевая трубка (ЭЛТ). Режимы работы осциллографов. Погрешности осциллографических измерений: инструментальная, динамическая, взаимодействия.

Измерительные генераторы сигналов (ГС). Общие положения работы аналоговых ГС. ГС гармонического сигнала звукового диапазона; ГС на биениях, ГСС Принципы построения цифровых генераторов сигнала синусоидальной формы.

6. Элементы Холла (ЭХ) . Принцип действия, параметры ЭХ. Биполярные и полевые ЭХ. Частотные характеристики ЭХ. Ориентационные характеристики ЭХ. Способы стабилизации пара - метры параметров, питание ЭХ. Температурная компенсация параметров ЭХ при питании: от источника напряжения, от источника тока. Использование ЭХ совместно с ОУ; особенности применения интегральных ЭХ.

7. Магниторезисторы (МР). Разновидности МР. Применение МР особенности. Схемы включения.

8. Магнитотранзисторы (МТ). Биполярные германиевые и кремниевые МТ. Полевой МТ, од – нопереходный МТ. Комбинированные ПМП. Применение МТ, схемы включения.

9. Магнитодиоды (МД). Разновидности , технологии. Температурные, частотные характеристики - ки, Пороговые характеристики МД. Применение , особенности МД. Схемы включения .

Магнитотиристоры. Гальваномагниторекомбинационный преобразователь (ГМР). Полевые ГМР. Магниточувствительные Z-элементы. Датчики Виганда. Феррозондовые преобразователи ма – гнитного поля (ПМП). Магнитоиндуктивные датчики; характеристики, применение ПМП

10. Интегральные датчики температуры (ДТ). Интегральные ДТ на биполярных транзисторах. Схемы ДТ с токовым выходом, с выходом по напряжению. Логометрические ДТ. ДТ с цифровым выходом : с преобразователем напряжение – частота; с широтно-импульсной модуляцией.

11. Измерительные схемы на ОУ. Измерители заряда; пиковые детекторы (измерители амплитуды. Фотоэлектрические измерения фотогальванический и фотодиодный режимы измерения. Мостовые схемы с использованием ОУ.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

1. Измерение параметров операционных усилителей : коэффициентов усиления дифференциального сигнала и передачи синфазного сигнала. Погрешности в составе выходного сигнала ОУ.

2. Измерение погрешностей измерения параметров импульсных сигналов при использовании осциллографа в качестве измерительного прибора.

3. Исследование работы измерительных генераторов импульсов.

4. Исследование работы промышленных датчиков технологической информации на стендах ЭЛБ-001.013.01: измерительный шунт 75 ШИП-10-0,5 10А, 75мВ; трансформатор тока типа ASM010; интегральный датчик тока типа ACS712; интегральный датчик напряжения типа LV25-P: интегральный термометр типа DT-812 и др типы датчиков.

5. Исследование датчиков технологических параметров на стенде ДТП.002 РБЭ (940.1). Датчики линейного положения :индуктивный, резистивный, бесконтактные выключатели. Датчики углового положения, скорости, давления, температуры, напряжения и тока.

Лабораторные стенды оборудованы средствами измерений: вольтметрами, амперметрами, осциллографами, генераторами сигналов; в качестве объектов исследования используются также и собственно измерительные приборы. В лаборатории имеется 10 плакатов.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1 Текущий контроль успеваемости**

*Рейтинг-контроль №1*

1. Основные характеристики электрических сигналов и электрических цепей. Параметрическое представление сигналов. Параметры времени, уровня. Коэффициент мощности;  $\cos\varphi$ ; мощность и энергия.
2. Что такое коэффициенты амплитуды и формы периодического сигнала? Чему равны значения этих коэффициентов для сигналов синусоидальной и прямоугольной формы?
3. Фазовый сдвиг между синусоидальными сигналами тока и напряжения в электрической цепи составляет  $\varphi = 30^\circ$ . Сигналы имеют одинаковую частоту, равную 50Гц. Чему равен временной сдвиг между этими сигналами?
4. Как найти полную мощность, если известны активная и реактивная мощность в однофазной электрической цепи?
5. Чему равно среднее, средневыпрямленное, среднеквадратическое. Амплитуда сигнала  $\pm 1\text{A}$ , период 20мс? Определите значения коэффициентов амплитуды и формы.
6. Функциональное представление периодических сигналов. Мощность и энергия. Комплексные сопротивления; векторные диаграммы; добротность и тангенс угла потерь.
7. Что характеризуют понятия «добротность» и «тангенс угла потерь»? Запишите выражение для случая комплексного сопротивления индуктивного характера (последовательная схема).
8. Что характеризуют понятия «добротность» и «тангенс угла потерь»? Запишите выражение для случая комплексного сопротивления емкостного характера (параллельная схема).
9. Дайте определение следующим погрешностям: систематическая и случайная; аддитивная и мультипликативная; погрешность взаимодействия; субъективная; динамическая. Приведите примеры.
10. Как называется погрешность, которая вызвана изменением влияющих величин за пределы нормальных значений?
11. Как называется кратная единица, равная  $10^{12}$ , и как называется дольная единица, равная  $10^{-12}$ ?
12. Вольтметр с диапазоном измерения 0...300 В, класс точности 1,5. В нормальных условиях при измерении напряжения получен результат  $U = 200\text{ В}$ . Рассчитать предельную инструментальную абсолютную и относительную погрешности.
13. Как определяется относительная погрешность взаимодействия прибора и источника питания при измерении вольтметром напряжения постоянного тока?
14. Классы точности средств измерения (СИ). Формы представления и формулы расчета погрешностей (СИ).
15. Как рассчитать основную и относительную погрешности по известному классу прибора?
16. Методическая погрешность. Как определяется?
17. Динамическая погрешность. Как определяется?
18. Субъективная погрешность.
19. Приборы измерения тока и напряжения. Приборы магнитоэлектрической системы. Краткая оценка. Амперметры, вольтметры. Магнитоэлектрические приборы с преобразователями переменного тока в постоянный.
20. Приборы электромагнитной системы. Амперметры. Вольтметры. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Краткая оценка.
21. Приборы электродинамической системы. Амперметры. Вольтметры. Ваттметры. Краткая оценка.
22. Приборы электростатической системы. Краткая оценка. Компенсаторы. Назначение. Схема. Принцип действия. Краткая оценка.

23. Осциллографы. Устройство электронно-лучевого осциллографа (ЭЛО). Каналы вертикального и горизонтального отклонения. Электронно-лучевая трубка. Двухканальные осциллографы.

24. Режимы работы ЭЛО. Режим линейной развертки ( $Y-t$ ). Автоколебательный режим. Ждущий режим. Режим  $X-Y$ . (Методы эллипса и фигур Лиссажу).

25. Погрешности осциллографических измерений. Инструментальная, динамическая. Погрешность взаимодействия.

### *Рейтинг-контроль №2*

30. Открытый и закрытый входы ЭЛО. Субъективная погрешность. Оценка погрешностей осциллографических измерений в режиме линейной – развертки. Пример расчета инструментальных и субъективных погрешностей.

31. Электронные аналоговые вольтметры. Структурные схемы. Детекторы амплитудного значения сигнала: АДОВ, АДЗВ. Детекторы среднего значения.

32. Вольтметры с детекторами истинного среднеквадратического значения. Аппроксимирующие и термоэлектрические детекторы. Оценить на примерах влияние формы измеряемого сигнала на результат измерения приборами различных систем.

33. Измерительные генераторы. Назначение, классификация. Условия возникновения колебаний (общая функциональная схема задающего генератора, баланс амплитуд и фаз). Функциональные схемы промышленных генераторов гармонических колебаний (ГС, ГСС).

34. Формирователи синусоидального напряжения на основе цифровых микросхем.

35. Измерение активного сопротивления. Пределы измеряемых значений сопротивлений. Методы измерений: амперметра и вольтметра, логометрический, электронный, мостовой.

### *Рейтинг –контроль №3*

26. Датчики. Общие характеристики. Активные и пассивные датчики, в чем различия?

27. Пояснить суть физических эффектов, на основе которых строят датчики: фотоэлектромеханический, фотоэлектрический, термоэлектрический, пьезоэлектрический, пироэлектрический.

27. Активные датчики на основе фотоэлектромеханического эффекта, пьезоэлектрического эффекта. Датчики на основе эффекта Холла.

28. Принцип действия датчика Холла. Варианты конструктивного исполнения, технологии изготовления датчиков Холла. Частотные и ориентационные характеристики.

29. Схемы преобразования сигналов датчиков Холла.

30. Магниторезисторы (МР). Принцип действия, статические характеристики.

31. Частотные и ориентационные характеристики МР.

32. Схемы преобразования сигналов с МР.

34. Магнитодиоды (МД). Типы МД. Сравнительные характеристики. Схемы преобразования сигналов с применением МД.

35. Магнитотранзисторы МТ. Биполярные и полярные МТ. Однопереходные МТ. Особенности, характеристики

36. Магниточувствительные  $Z$  – элементы, датчики Виганда. Принцип действия, характеристики.

37. Феррозондовые преобразователи магнитного поля (ПМП). Принцип действия.

38. Магнитоиндуктивные датчики.

39. Пассивные датчики. Потенциометрические схемы с резистивными датчиками. Дифференциальное включение резистивных датчиков.

40. Как удалить постоянную составляющую из выходного сигнала?

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)

### *Экзаменационные вопросы*

1. Характеристики электрических сигналов. Параметрическое представление периодических сигналов. Функциональное представление сигналов.
2. Функциональное представление сигналов. Трехфазные цепи. Комплексные сопротивления. Параметры реактивных сопротивлений: добротность, тангенс угла потерь, фазовые сдвиги.
3. Классификация измерений; методы измерений.
4. Точность, погрешность. Классификация погрешностей. Рассказать о природе погрешностей. Определение погрешности прибора по классу точности.
5. Методическая, субъективная погрешности; погрешность взаимодействия. Дать примеры расчета.
6. Датчики сигналов (чувствительные элементы). Общие характеристики датчиков. Активные датчики (АД).
7. Пассивные датчики (ПД). Дать классификацию. Рассмотреть примеры ПД: потенциометрические и мостовые ПД.
8. Мостовые резистивные датчики; индукционные датчики. Привести примеры, дать оценку.
9. Электромеханические измерительные приборы. Общие положения. Приборы магнитоэлектрической системы (МЭС). Принцип действия УГО. Амперметры, вольтметры МЭС. Оценка. Выпрямительные, термоэлектрические приборы УГО.
10. Приборы электромагнитной системы (ЭМС). Принцип действия. УГО. Амперметры и вольтметры ЭМС. Оценка. Расширение пределов измерения с помощью ТТ и ТН.
11. Приборы электродинамической системы (ЭДС). Принцип действия. УГО. Амперметры, вольтметры, ваттметры. Оценка. Расширение пределов измерения.
12. Электронные аналоговые вольтметры, типовые структуры. Детекторы амплитудного значения с открытым и закрытым входами (АДОВ и АДЗВ).
13. Приборы с детекторами среднеквадратического значения. Аппроксимирующие детекторы и детекторы ИСКЗ. Привести схемы, дать описание работы детекторов.
14. Цифровые измерительные приборы. Общие положения работы ЦП. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) – основной узел ЦП. Характеристики АЦП: длина шкалы, разрядность, разрешающая способность, значение кванта, Погрешность квантования.
15. Методы аналого-цифрового преобразования, АЦП последовательного приближения. Дать объяснение на примере. Оценка.
16. Интегрирующие АЦП: одноктактный и двухтактный. Привести схемы АЦП дать описание работы и оценку.
17. АЦП параллельного преобразования. Дать объяснение принципа действия на примере двух – разрядного АЦП. Общая схема многозарядного АЦП. АЦП последовательного счета. Схема объяснение работы, оценка.
18. Цифровые вольтметры (ЦВ) и мультиметры (ЦМ). Функциональные схемы. Оценки.
19. Осциллографы. Электронно-лучевые осциллографы (ЭЛО), устройство: Каналы управления по вертикали и горизонтали, электроннолучевая трубка. (ЭЛТ). Двухканальные ЭЛО.



20. Режимы работы ЭЛО. Режим линейной развертки  $Y - t$  (автоколебательный, ждущий). Режим круговой развертки ( $Y - X$ ).

21. Погрешности осциллографических измерений. Инструментальная, динамическая погрешности; погрешность взаимодействия. Соединительные входные простые кабели: (с коэффициентом деления 1 : 1 и 10 : 1).

22. Цифровые частотомеры (ЦЧ). Режим измерения частоты. Погрешности режима измерения частоты.

23. Цифровые частотомеры (ЦЧ). Режим измерения периода. Погрешности режима измерения периода.

24. Измерительные генераторы сигналов (ГС). Общие положения работы аналоговых (ГС). ГС звукового диапазона; ГС на биениях; ГСС. Оценки ГС, параметры, применения.

25. Пояснить суть физических эффектов, на основе которых строят датчики: фотоэлектромагнитный, фотоэлектрический, термоэлектрический, пьезоэлектрический, пироэлектрический.

26. Схемы преобразования сигналов датчиков Холла. Приведите две схемы, дайте анализ работы и сравнение .

27. Магниторезисторы (МР) .Объясните принцип действия. Статические, частотные и ориентационные характеристики МР.

28. Схемы преобразования сигналов с МР. Приведите две схемы преобразования дайте анализ работы и сравнение .

29. Магнитодиоды (МД). Типы МД. Сравнительные характеристики. Схемы преобразования сигналов с применением МД, дайте объяснение работы и сравнение .

30. Магнитотранзисторы МТ. Биполярные и полярные МТ. Однопереходные МТ. Особенности, характеристики Приведите схемы преобразования сигналов, дайте анализ работы, сравнение.

31. Магниточувствительные  $Z$  – элементы, датчики Виганда. Принцип действия , характеристики.

Приведите схемы преобразования, дайте описание работы и сравнение

32. Феррозондовые преобразователи магнитного поля (ПМП). Принцип действия. Приведите схемы преобразования сигнала дайте сравнение.

33. Магнитоиндуктивные датчики. Типы датчиков, параметры, применение; приведите схемы преобразования сигналов, дайте сравнительные характеристики.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

В плане самостоятельной работы студентами в течении семестра выполняется углубленный поиск и изучение материала по одной из предлагаемых актуальных тем.

#### Темы СРС

- 1.Классификация погрешностей. Классы точности СИ.
- 2.Как определить абсолютную погрешность по известному классу прибора?
- 3.Как определить методическую погрешность на примере измерения мощности косвенным методом?
- 4.Как определить погрешность взаимодействия? Пример расчета. Субъективная погрешность.
5. Параметрическое представление сигналов. Группа параметров времени (пояснить). Группа параметров уровня.

6. Функциональное представление сигналов. Напряжение, ток, мощность, энергия. Комплексные сопротивления. Фазовый сдвиг. Добротность и тангенс угла потерь.
7. Электромеханические приборы. Общая функциональная схема. Измерительный механизм магнитоэлектрической системы. УГО, принцип действия. Амперметры (расширение пределов). Вольтметры (расширение пределов).
8. Магнитоэлектрические приборы с преобразованием переменного тока в постоянный. Оценка.
9. Приборы электромагнитной системы, УГО. Принцип действия, амперметры, вольтметры, измерительные трансформаторы тока и напряжения. Оценка.
10. Приборы электродинамической системы, УГО. Принцип действия. Амперметры, вольтметры, ваттметры. Оценка.
11. Приборы электростатической системы. УГО. Принцип действия. Применение, оценка.
12. Компенсаторы (потенциометры). Типовая схема. Принцип действия. Оценка, применение.
13. Электронные аналоговые вольтметры. Функциональные схемы ЭВ. Детекторы амплитудного значения измеряемого напряжения. АДОВ, АДЗВ. АД среднего значения. Детекторы среднеквадратического значения.
14. Электронные лучевые осциллографы. Устройство ЭЛО: каналы отклонения по вертикали и горизонтали, электронно-лучевая трубка.
15. Режимы работы ЭЛО. Режимы линейной и круговой развертки.
16. Погрешности осциллографических измерений: инструментальная, динамическая, взаимодействия.
17. Измерительные генераторы. Определение, Классификация, условия возникновения колебаний.
18. Генераторы гармонических колебаний. Генераторы инфранизких, звуковых, высоких частот.
19. Генераторы релаксационных колебаний: прямоугольной, треугольной, пилообразной форм.
20. Измерение параметров электрических цепей. Измерение активных сопротивлений (метод вольтметра и амперметра, логометры, электронные омметры).
21. Мостовые схемы измерителей: сопротивлений, индуктивности, емкости и тангенса угла потерь. Резонансные методы измерения параметров.
22. Цифровые измерительные приборы. Сигнальные преобразователи цифровых сигналов: характеристики АЦП и ЦАП.
23. Активные и пассивные датчики сигналов.
24. Схемы формирования выходных сигналов датчиков.
25. Принцип действия датчика Холла. Физическая основа работы датчика.
26. Схемы преобразования сигналов датчиков Холла.
27. Магниторезисторы (МР). Принцип действия, физическая основа работы датчика.
28. Схемы преобразования сигналов с МР.
29. Принцип действия магнитодиодов; физическая основа работы МД.
30. Типы МД. Сравнительные характеристики.
31. Схемы преобразования сигналов с применением МД.
35. Магнитотранзисторы МТ. Биполярные и полярные МТ. Принцип действия, сравнение.
36. Однопереходные МТ. Особенности,
37. Магниточувствительные  $Z$  – элементы. Принцип действия. Физическая основа элемента.

38. Датчики Виганда .Принцип действия, физическая основа работы датчика.  
 39. Феррозондовые преобразователи магнитного поля (ПМП). Принцип действия, физическая основа работы датчиков.  
 40. Магнитоиндуктивные датчики. Физическая основа работы датчика.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
1	2	3
<b>Основная литература*</b>		
1. Метрология, стандартизация, подтверждение соответствия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Б. Камардин, И.Ю. Суркова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013.	2013	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214016.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214016.html</a>
2. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] / Леонов О. А., Карпузов В. В., Шкаруба Н. Ж., Кисенков Н. Е. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).	2021	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206327.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206327.html</a>
3. Булыгина, О. В. Имитационное моделирование в экономике и управлении : учебник / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014523-5.	2021	URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1192240">https://znanium.com/catalog/product/1192240</a>
4. Безруков, А. И. Математическое и имитационное моделирование : учебное пособие / А. И. Безруков, О. Н. Алексенцева. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 227 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012709-5.	2019	URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1005911">https://znanium.com/catalog/product/1005911</a>
5. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9.	2019	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/115514">https://e.lanbook.com/book/115514</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Бычков, Е. Д. Основы технической диагностики телекоммуникационных систем : учебное пособие / Е. Д. Бычков. — Омск : ОмГУПС, 2020. — 189 с. — ISBN 978-5-949-41260-2.	2020	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/165633">https://e.lanbook.com/book/165633</a>
2. Гиоев, З. Г. Современные методы диагностики систем электропривода : учебное пособие / З. Г. Гиоев. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 71 с. — ISBN 978-5-88814-886-	2019	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/140601">https://e.lanbook.com/book/140601</a>

0.		
3. Методические указания к лаб. раб. по дисциплин. «Технические измерения приборы» / А.С. Грибакин , О.М. Кочуров В.С. Грибакин .ВлГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.-Владимир Изд. ВлГУ 2012 . 60с.	2012	Библиотека ВлГУ
4. Микроэлектронные измерительные преобразователи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Б. Топильский. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. -	2015	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996330201.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996330201.html</a>
5. Исследование систем управления: Учебник / Жуков Б.М., Ткачева Е.Н. - М.:Дашков и К, 2018. - 208 с.: ISBN 978-5-394-01309-2	2018	<a href="http://znanium.com/catalog/product/337801">http://znanium.com/catalog/product/337801.</a>

## 6.2. Периодические издания

1. Автоматика и телемеханика.
2. Известия РАН. Теория систем управления.
3. Известия высших учебных заведений. Электромеханика.
4. Измерение, диагностика, контроль.

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.mathworks.com/products/simulink-> раздел Simulink на сервере [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com) (англ.)
2. <http://www.engin.umich.edu/group/ctm/>
3. <http://elibrary.ru>.
4. <http://exponenta.ru>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах кафедры ВТиСУ 109-3, 111-3, 117-3, оснащенных современными персональными компьютерами с установленной операционной системой Windows 8 (10).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS DOS фирмы Microsoft (режим эмуляции), Windows 2008, MS Office 2010.

Рабочую программу составил



А.Б. Градусов, к.т.н., доцент

Рецензент (представитель работодателя):

Зам.начальника отдела ЗАО «Автоматика»



В.М. Дерябин, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Заведующий кафедрой ВТ и СУ



В.Н. Ланцов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 27.03.04 «Управление в технических системах»

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 21 / 20 22 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ К.В.Куликов

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 14 от 23.06.22 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ К.В.Куликов

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ К.В.Куликов

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ К.В.Куликов