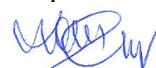


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.М. КОКОВА»**

**Факультет – «Механизации и энергообеспечения предприятий»**

**Кафедра - «Энергообеспечение предприятий»**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
профессор Ю.А. Шекихачев



---

« 27 » мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.26 «Промышленная электроника»**

Направление подготовки **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Направленность (профиль) **«Электроснабжение»**

Квалификация выпускника –	<b>бакалавр</b>
Курс обучения –	<b>2(3)</b>
Семестр –	<b>4(6)</b>
Форма обучения –	<b><u>очная (заочная)</u></b>

**Нальчик – 2025**

Рабочая программа дисциплины Б1.О.26 «Промышленная электроника» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №144 (далее – ФГОС ВО) и рабочего учебного плана подготовки бакалавров по данному направлению.

Составитель рабочей программы

к.т.н., доцент



А.М. Сохроков

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергообеспечение предприятий»

Протокол от « 22 » мая 2025 г. № 10

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент



А.Г. Фиापшев

Одобрено методической комиссией факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

Протокол от « 23 » мая 2025 г. № 9

Председатель МК факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

д.т.н., профессор



Ю.А. Шекихачев

Согласовано:

Директор научной библиотеки



И.А. Шогенова

« 22 » мая 2025 г.

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков изучения основных аналоговых и цифровых полупроводниковых приборов промышленной электроники.

**Задачи дисциплины** – сформировать представление о характеристиках и параметрах основных аналоговых и цифровых полупроводниковых приборов промышленной электроники.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-4 ОПК-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств	<b>Знать:</b> принципы действий и схемы включения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники <b>Уметь:</b> применять аналоговые и цифровые электронные устройства и требования рабочей технической документации этих устройств в профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> методиками снятия и исследования характеристик аналоговых и цифровых электронных устройств
		ИД-6 ОПК-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	<b>Знать:</b> основные функции и характеристики применения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники <b>Уметь:</b> пояснять работу аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники в разных режимах; анализировать и моделировать электрические цепи, содержащие аналоговые и цифровые устройства промышленной электроники <b>Владеть:</b> навыками решения задач определения параметров электрических цепей с устройствами промышленной электроники

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Промышленная электроника» входит в обязательную часть, Блока 1 «Дисциплины (модули)» включенных в учебный план направления подготовки 13.03.02

«Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроснабжение».

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Учебные занятия	Очная форма обучения	заочная форма обучения
	семестр	семестр
	4	6
	з.е./час.	з.е./час.
<b>1. Контактная работа, з.е./час, в том числе (час):</b>	<b>2,1/77</b>	<b>0,5/18</b>
лекции	36(8)*	6(2)*
лабораторные работы	36(8)*	10(4)*
практические занятия	-	-
групповые консультации	1	1
курсовой проект	-	-
контрольные балльно-рейтинговые мероприятия	3	
промежуточная аттестация: зачёт с оценкой	1	1
<b>2. Самостоятельная работа з.е./час, в том числе (час):</b>	<b>1,9/67</b>	<b>3,5/126</b>
самостоятельное изучение отдельных тем модуля, подготовка к лабораторным работам и т.п.;	62	121
выполнение курсового проекта	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	5	5
<b>Общая трудоемкость з. е./час.</b>	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>

(\*) - занятия, проводимые в интерактивных формах.

**4.1 Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий (очная форма обучения)**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия		Самост. работа
		Лекции	Лабор. работы	Сам.изуч. отд. тем
1.	Промышленная электроника в современной технике	2		3
2.	Электрофизические свойства полупроводников	2		3
3.	Полупроводниковые диоды	2(2)*	6(2)*	3
4.	Транзисторы	2(2)*	6(2)*	3
5.	Полевые транзисторы	2		3
6.	Тиристоры	2	6	3
7.	Оптоэлектронные приборы	2		3
8.	Операционный усилитель	2		3
9.	Интегральные микросхемы	2		3
10.	Аналоговые электронные устройства	2(2)*	6(2)*	3
11.	Электронные фильтры	2		4
12.	Вторичные источники питания	2(2)*	6(2)*	4
13.	Цифровая и импульсная преобразователи информации	2		4
14.	Цифровые запоминающие устройства	2	6	4
15.	Генераторы импульсных сигналов	2		4
16.	Технологические основы производства полупроводниковых интегральных микросхем	2		4
17.	Технологические процессы поверхностной обработки полупроводниковых материалов	2		4
18.	Технологические процессы нанесения тонких пленок	2		4
<b>Итого:</b>		<b>36(8)*</b>	<b>36(8)*</b>	<b>62</b>

(\*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

**4.2 Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам)  
с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий  
(заочная форма обучения)**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия		Самост. работа
		Лекции	Лабор. работы	Сам.изуч. отд. тем
1.	Промышленная электроника в современной технике			6
2.	Электрофизические свойства полупроводников			6
3.	Полупроводниковые диоды	0,5(0,5)*	2	7
4.	Транзисторы	0,5(0,5)*	2(2)*	7
5.	Полевые транзисторы	0,5(0,5)*		7
6.	Тиристоры	0,5	2	7
7.	Оптоэлектронные приборы	0,5		7
8.	Операционный усилитель	0,5		7
9.	Интегральные микросхемы	0,5		7
10.	Аналоговые электронные устройства	0,5	2(2)*	7
11.	Электронные фильтры			7
12.	Вторичные источники питания	0,5	2	7
13.	Цифровая и импульсная преобразователи информации	0,5		7
14.	Цифровые запоминающие устройства	0,5(0,5)*	2	7
15.	Генераторы импульсных сигналов	0,5		7
16.	Технологические основы производства полупроводниковых интегральных микросхем			6
17.	Технологические процессы поверхностной обработки полупроводниковых материалов			6
18.	Технологические процессы нанесения тонких пленок			6
<b>Итого:</b>		<b>6(2)*</b>	<b>10(4)*</b>	<b>121</b>

(\*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

**4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)**

**4.3.1. Лекции**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Номер и тема лекции Содержание лекции	Трудоёмкость час.	
			очно	заочно
1	Промышленная электроника в современной технике	<b>Лекция 1.</b> Промышленная электроника в современной технике 1. Историческая справка 2. Области, основные разделы и направления электроники. 3. Перспективы развития электроники	2	
2	Электрофизические свойства полупроводников	<b>Лекция 2.</b> Электрофизические свойства полупроводников 1. Элементы электронных схем 2. Электрические свойства полупроводниковых материалов 3. Механизм электропроводности полупроводников	2	
3	Полупроводниковые диоды	<b>Лекция 3.</b> Полупроводниковые диоды 1. Электронно-дырочный переход 2. Технологии изготовления электронно-дырочного перехода 3. Характеристики полупроводниковых диодов 4. Основные типы полупроводниковых диодов. 5. Классификация и система обозначений полупроводниковых диодов	2(2)*	0,5(0,5)*
4	Транзисторы	<b>Лекция 4.</b> Транзисторы 1. Структуры транзисторов	2(2)*	0,5(0,5)*

		2. Распределение токов в структуре транзистора 3. Схемы включения транзисторов. 4. Статические ВАХ 5. Режимы работы транзистора		
5	Полевые транзисторы	<b>Лекция 5.</b> Полевые транзисторы 1. Устройство полевого транзистора 2. Полевой транзистор с управляющим p-n-переходом 3. Полевые транзисторы МДП-структуры.	2	0,5(0,5)*
6	Тиристоры	<b>Лекция 6.</b> Тиристоры 1. Назначение и классификация тиристоров 2. Диодные и триодные тиристоры 4. Основные параметры тиристоров 5. Маркировка силовых тиристоров	2	0,5
7	Оптоэлектронные приборы	<b>Лекция 7.</b> Оптоэлектронные приборы 1. Излучающий диод (светодиод) 2. Фоторезистор 3. Фотодиод 4. Оптрон (оптопара) 5. Фототранзистор и фототиристор	2	0,5
8	Операционный усилитель	<b>Лекция 8.</b> Операционный усилитель 1. Назначение и устройство операционного усилителя 2. Передаточная характеристика 3. Элементы операционных усилителей	2	0,5
9	Интегральные микросхемы	<b>Лекция 9.</b> Интегральные микросхемы 1. Назначение и классификация интегральных микросхем 2. Параметры цифровых интегральных микросхем 3. Элементы интегральных схем	2	0,5
10	Аналоговые электронные устройства	<b>Лекция 10.</b> Аналоговые электронные устройства 1. Характеристики усилителей 2. Усилители на биполярных транзисторах 3. Усилители на полевых транзисторах	2(2)*	0,5
11	Электронные фильтры	<b>Лекция 11.</b> Электронные фильтры 1. Назначение и классификация фильтров 2. Классификация фильтров по передаточным функциям 3. Активные фильтры	2	
12	Вторичные источники питания	<b>Лекция 12.</b> Вторичные источники питания 1. Назначение вторичных источников питания 2. Однофазный однополупериодный выпрямитель 3. Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой 4. Однофазный мостовой выпрямитель	2(2)*	0,5
13	Цифровая и импульсная преобразователи информации	<b>Лекция 13.</b> Цифровая и импульсная преобразователи информации 1. Цифровое и импульсное представление преобразуемой информации. 2. Транзисторные ключи	2	0,5
14	Цифровые запоминающие устройства	<b>Лекция 14.</b> Цифровые запоминающие устройства 1. Назначение цифровых запоминающих устройств. 2. Устройства для формирования и аналого-цифрового преобразования сигналов 3. Цифроаналоговые преобразователи 4. Аналого-цифровые преобразователи	2	0,5(0,5)*
15	Генераторы импульсных сигналов	<b>Лекция 15.</b> Генераторы импульсных сигналов 1. Назначение генераторов импульсных сигналов 2. Генераторы импульсов	2	0,5
16	Технологические основы производства	<b>Лекция 16.</b> Технологические основы производства полупроводниковых интегральных микросхем	2	

	полупроводниковых интегральных микросхем	1. Подготовительные операции 2. Эпитаксия 3. Термическое окисление 4. Литография		
17	Технологические процессы поверхностной обработки полупроводниковых материалов	<b>Лекция 17.</b> Технологические процессы поверхностной обработки полупроводниковых материалов 1. Легирование 2. Ионная имплантация	2	
18	Технологические процессы нанесения тонких пленок	<b>Лекция 18.</b> Технологические процессы нанесения тонких пленок 1. Термическое (вакуумное) напыление 2. Катодное напыление. 3. Ионно-плазменное напыление	2	
<b>Итого:</b>			<b>36(8)*</b>	<b>6(2)*</b>

(\*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

#### 4.3.2 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Номер и тема лабораторной работы	Трудоемкость час.	
			очно	заочно
1	Промышленная электроника в современной технике			
2	Электрофизические свойства полупроводников			
3	Полупроводниковые диоды	<b>Лабораторная работа № 1.</b> Изучение характеристик диода.	6(2)*	2
4	Транзисторы	<b>Лабораторная работа № 2.</b> Изучение характеристик биполярного транзистора	6(2)*	2(2)*
5	Полевые транзисторы			
6	Тиристоры	<b>Лабораторная работа № 3.</b> Изучение характеристик тиристора	6	2
7	Оптоэлектронные приборы			
8	Операционный усилитель			
9	Интегральные микросхемы			
10	Аналоговые электронные устройства	<b>Лабораторная работа № 4.</b> Изучение транзисторного усилителя	6(2)*	2(2)*
11	Электронные фильтры			
12	Вторичные источники питания	<b>Лабораторная работа № 5.</b> Изучение полупроводникового выпрямителя	6(2)*	2
13	Цифровая и импульсная преобразователи информации			
14	Цифровые запоминающие устройства	<b>Лабораторная работа № 6.</b> Изучение логических элементов	6	2
15	Генераторы импульсных сигналов			
16	Технологические основы производства полупроводниковых интегральных микросхем			
17	Технологические процессы поверхностной обработки полупроводниковых материалов			
18	Технологические процессы нанесения тонких пленок			
<b>Итого:</b>			<b>36(8)*</b>	<b>10(4)*</b>

(\*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.



## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Промышленная электроника» в научной библиотеке университета имеется достаточное количество учебников и учебных пособий. Кроме этого, надо отметить, что для полноты обеспечения самостоятельной работы учебно-методической документацией по данной дисциплине разработаны для внутривузовского пользования следующие учебные пособия и методические указания:

1. Учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Промышленная электроника», для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения [Текст]: / А.М. Сохроков. – Нальчик: ФГБОУ ВО КБГАУ им. В.М. Кокова, 2022. -60с.
2. Учебно-методическое пособие к самостоятельному изучению разделов дисциплины «Промышленная электроника», для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения [Текст]: / А.М. Сохроков. – Нальчик: ФГБОУ ВО КБГАУ им. В.М. Кокова, 2022. -60с.

На самостоятельную работу при изучении данной дисциплины отводится по очной (заочной) формам обучения соответственно **67(126)** часов, из них **62(121)** часа выделяется на самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов. При самостоятельном изучении отдельных вопросов и тем основными видами самостоятельной работы обучающихся являются: проработка учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы и информационно-образовательных ресурсов, конспектирование материалов, подготовка к выполнению лабораторных работ, к опросу, тестированию, к контрольным балльно-рейтинговым мероприятиям, подготовка к промежуточной аттестации.

На очной форме обучения контроль самостоятельной работы, чаще всего осуществляется перед началом чтения лекции, выполнения лабораторных работ, во время проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий и промежуточной аттестации.

На заочной форме обучения, контроль самостоятельной работы осуществляется только во время промежуточной аттестации.

Объем часов выделяемых для подготовки к промежуточной аттестации (**5 ч.** по очной форме и **5 ч.** по заочной форме обучения), используется для самостоятельной подготовки обучающихся к экзаменам. Данный этап является завершающим при изучении дисциплины и контроль самостоятельной работы осуществляется на промежуточной аттестации.

№ раз	Тема и вопросы самостоятельной работы студентов	Объем часов очно (заочно)	Перечень учебно-методического обеспечения	Форма контроля
1	Промышленная электроника в современной технике Перспективы развития электроники	3(6)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
2	Электрофизические свойства полупроводников Механизм электропроводности полупроводников	3(6)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
3	Полупроводниковые диоды Классификация и система обозначений полупроводниковых диодов	3(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
4	Транзисторы Режимы работы транзистора	3(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта

5	Полевые транзисторы Полевые транзисторы МДП-структуры.	3(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
6	Тиристоры Маркировка силовых тиристоров	3(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
7	Оптоэлектронные приборы Фототранзистор и фототиристор	3(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
8	Операционный усилитель Элементы операционных усилителей	3(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
9	Интегральные микросхемы Элементы интегральных схем	3(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
10	Аналоговые электронные устройства Усилители на полевых транзисторах	3(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
11	Электронные фильтры Активные фильтры	4(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
12	Вторичные источники питания Однофазный мостовой выпрямитель	4(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
13	Цифровая и импульсная преобразователи информации Транзисторные ключи	4(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
14	Цифровые запоминающие устройства Аналого-цифровые преобразователи	4(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
15	Генераторы импульсных сигналов Генераторы импульсов	4(7)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
16	Технологические основы производства полупроводниковых интегральных микросхем Литография	4(6)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
17	Технологические процессы поверхностной обработки полупроводниковых материалов Ионная имплантация	4(6)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
18	Технологические процессы нанесения тонких пленок Ионно-плазменное напыление	4(6)	[1], [2], [3], [4]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче зачёта
19	Подготовка к промежуточной аттестации	5(5)	[1], [2], [3], [4] * Конспект лекций и выполненные лабораторные работы	Сдача зачёта
<b>Итого:</b>		<b>67(126)</b>		

\* Перечень учебно-методического обеспечения приведен в разделе 8.

**6. Фонд оценочных средств, для проведения текущего и промежуточного контроля обучающихся по дисциплине (модулю)**

**6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся**

№ модуля	Структурированные модули	Коды формируемых компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины
1.	Промышленная электроника в современной технике	ОПК-4	<u>1-ый рейтинг-контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита)
	Электрофизические свойства полупроводников		
	Полупроводниковые диоды		
	Транзисторы		
	Полевые транзисторы		
	Тиристоры		
2.	Оптоэлектронные приборы	ОПК-4	<u>2-ой рейтинг-контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита)
	Операционный усилитель		
	Интегральные микросхемы		
	Аналоговые электронные устройства		
	Электронные фильтры		
	Вторичные источники питания		
3.	Цифровая и импульсная преобразователи информации	ОПК-4	<u>3-ий рейтинг-контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита)
	Цифровые запоминающие устройства		
	Генераторы импульсных сигналов		
	Технологические основы производства полупроводниковых интегральных микросхем		
	Технологические процессы поверхностной обработки полупроводниковых материалов		
	Технологические процессы нанесения тонких пленок		

**6.2. Показатели и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся**

**Текущий контроль** – это непрерывное отслеживание освоения индикаторов достижения универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций по дисциплине.

**Промежуточный контроль** проводится с целью оценки усвоения студентами материала крупного модуля или раздела учебной дисциплины. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятий, согласно календарного учебного графика. Промежуточный контроль – это своего рода микроэкзамен по пройденному материалу учебной дисциплины. Он может проводиться, как в устной, так и в письменной форме, а также в виде тестового контроля.

Оценка знаний студентов осуществляется в баллах с учетом:

- оценки (текущего контроля) за работу в семестре (оценки за выполнение контрольных заданий, за выполнение и успешную защиту лабораторных работ, за активное участие на семинарских и практических занятиях);
- оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях (тестовые задания и коллоквиум);

Для определения оценки за работу в семестре и оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях содержательная часть рабочей программы четко структурируется на содержательные модули из которых формируется два блока (модуля), с периодами изучения равными периодам проведения рейтинг-контроля.

Таким образом, устанавливается объем дисциплины, подлежащей оценке качества усвоения в рамках блоков. При этом каждая контрольная точка оценивается в 30 баллов, из которых на долю текущего контроля приходится 15 баллов, а остальные 15 баллов студент может получить по результатам промежуточного контроля.

Критериями оценки сформированности компетенций являются уровень освоения обучающимися знаний, умений и навыков, которыми они должны обладать при изучении разделов (модулей) дисциплин.

Согласно этих критериев при разработке шкал оценивания руководствуемся следующим:

**15-20 баллов** – студент получает при **высоком** уровне овладения компетенциями и освоения знаний, умений и теоретического материала без пробелов; выполнении всех заданий, предусмотренных учебным планом на высоком качественном уровне; сформировании практических навыков, профессионального применения освоенных знаний;

Это позволяет получить студенту «автоматом» (при 55 и более баллов) или на промежуточной аттестации (при 45 и более баллов) оценку «отлично».

**10-14 баллов** – студент получает при **среднем** уровне овладения компетенциями и освоении знаний, умений и теоретического материала, когда учебные задания не оценены максимальным числом баллов, и в основном сформированы практические навыки.

**До 10 баллов** – студент получает при **пороговом** уровне овладения компетенциями и частично с пробелом освоении знания, умения и теоретического материала, некачественном выполнении учебных заданий, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, в случаях не сформирования некоторых практических навыков.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Рабочей программой дисциплины «Промышленная электроника» предусмотрено участие дисциплины в формировании следующих компетенций:

ОПК-4 – Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

В процессе освоения образовательной программы компетенции **ОПК-4** формируются при изучении дисциплин, прохождении практик и ГИА.

#### Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»

Код компетенции	Дисциплины, практики, ГИА, через которые формируется компетенция (компоненты)	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОПК-4	Б2.О.02(У) Учебная практика, профилирующая	2
	Б1.О.20 Электрические машины	3
	Б1.О.24 Теоретические основы электротехники	4
	<b>Б1.О.26 Промышленная электроника</b>	<b>4</b>
	Б1.О.27 Электрические и электронные аппараты	5
	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	8

*\* Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы определяются семестром изучения дисциплин и прохождения практик.*

### 7.2. Описание показателей индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется бально-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу бально-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

**Промежуточная аттестация** – зачёт с оценкой.

При модульной системе основным стимулом к регулярной работе студентов является возможность быть освобожденным от семестрового экзамена (получить их «автоматом»). Для этого студент должен выполнить следующие условия:

- не иметь по промежуточным модулям **0** баллов;
- если студент по итогам текущего рейтинга набрал в семестре **49-54** баллов то он получает, «автоматом» оценку – «хорошо», **55** и выше «отлично».

Максимальная сумма баллов, которую студент может набрать за семестр составляет **100** баллов, из которых на текущий и промежуточный контроль отводится **60** баллов. Оставшиеся **40** баллов – это сумма баллов, которую студент может набрать по результатам промежуточной аттестации (зачёт с оценкой).

Студент, получивший по итогам текущего и промежуточного контроля меньше **45** баллов, не может претендовать на оценку «отлично».

#### Индикаторы достижения компетенции\*

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ИД-4 ОПК-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств (четвертый этап)	<b>Знать:</b> принципы действий и схемы включения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники	Не знает принципы действий и схемы включения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники	Частично знает принципы действий и схемы включения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники	Знает на достаточно высоком уровне принципы действий и схемы включения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники	На высоком уровне знает принципы действий и схемы включения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники
	<b>Уметь:</b> применять аналоговые и цифровые электронные устройства и требования рабочей технической документации этих устройств в профессиональной деятельности	Не умеет применять аналоговые и цифровые электронные устройства и требования рабочей технической документации этих устройств в профессиональной деятельности	Не в полной мере умеет применять аналоговые и цифровые электронные устройства и требования рабочей технической документации этих устройств в профессиональной деятельности	На достаточно хорошем уровне умеет применять аналоговые и цифровые электронные устройства и требования рабочей технической документации этих устройств в профессиональной деятельности	На высоком уровне умеет применять аналоговые и цифровые электронные устройства и требования рабочей технической документации этих устройств в профессиональной деятельности
	<b>Владеть:</b> методиками снятия и исследования характеристик аналоговых и цифровых электронных устройств	Не владеет методиками снятия и исследования характеристик аналоговых и цифровых электронных устройств	Знаком с некоторыми методиками снятия и исследования характеристик аналоговых и цифровых электронных устройств	Владеет методиками снятия и исследования характеристик аналоговых и цифровых электронных устройств	В полной мере владеет методиками снятия и исследования характеристик аналоговых и цифровых электронных устройств

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ИД-6 <small>ОПК-4</small> Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов (четвертый этап)	<b>Знать:</b> основные функции и характеристики применения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники	Не знает основные функции и характеристики применения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники	Частично знает основные функции и характеристики применения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники	Знает на достаточно высоком уровне основные функции и характеристики применения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники	На высоком уровне знает основные функции и характеристики применения аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники
	<b>Уметь:</b> пояснять работу аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники в разных режимах; анализировать и моделировать электрические цепи, содержащие аналоговые и цифровые устройства промышленной электроники	Не умеет пояснять работу аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники в разных режимах; анализировать и моделировать электрические цепи, содержащие аналоговые и цифровые устройства промышленной электроники	Не в полной мере умеет пояснять работу аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники в разных режимах; анализировать и моделировать электрические цепи, содержащие аналоговые и цифровые устройства промышленной электроники	На достаточно хорошем уровне умеет пояснять работу аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники в разных режимах; анализировать и моделировать электрические цепи, содержащие аналоговые и цифровые устройства промышленной электроники	На высоком уровне умеет пояснять работу аналоговых и цифровых устройств промышленной электроники в разных режимах; анализировать и моделировать электрические цепи, содержащие аналоговые и цифровые устройства промышленной электроники
	<b>Владеть:</b> навыками решения задач определения параметров электрических цепей с устройствами промышленной электроники	Не владеет навыками решения задач определения параметров электрических цепей с устройствами промышленной электроники	Знаком с некоторыми навыками решения задач определения параметров электрических цепей с устройствами промышленной электроники	Владеет методами навыками решения задач определения параметров электрических цепей с устройствами промышленной электроники	В полной мере владеет навыками решения задач определения параметров электрических цепей с устройствами промышленной электроники

*\*На этапе освоения дисциплины*

Для допуска к зачету, студент должен набрать в ходе текущего и промежуточного контроля не менее **40** баллов. Если эта сумма меньше **30** баллов, то студент не допускается к зачёту. Если эта сумма больше или равна **30**, то путем дополнительного опроса (собеседование, контрольная работа, тест, реферат) эта сумма может быть повышена до **40** баллов.

Для допуска к зачету студенту необходимо восстановить пробелы, как по текущему, так и по промежуточному контролю. На зачете студент может получить **20 – 40** баллов.

Максимальный балл при каждой повторной пересдаче уменьшается на **10** баллов. Если ответы студента оцениваются суммой баллов менее **20**, то студенту выставляется **0** баллов.

Студент, набравший по итогам текущего и промежуточного контроля по дисциплине менее 30 баллов, после всех разрешенных отработок может получить оценку не выше «удовлетворительно».

#### **Критерии оценивания результатов обучения**

<b>Оценка</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	85-100	заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	70-84	заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	60-69	заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (не удовлетворительно)	0-59	заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

### **7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения индикаторов достижений компетенций ИД-4 опк-4 ИД-6 опк-4 в процессе освоения образовательной программы**

#### **7.3.1 Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся**

*Укажите номер правильного ответа*

#### **Лекция 1. Промышленная электроника в современной технике**

**Вопрос №1.** Промышленная электроника рассматривает системы, которые содержат электронные устройства, работающие

- А) с аналоговыми сигналами, цифровыми сигналами, а также устройства, осуществляющие преобразование сигналов из аналоговой формы в цифровую и обратно
- Б) с аналоговыми сигналами
- В) с цифровыми сигналами
- Г) с устройствами, осуществляющие преобразование сигналов из аналоговой формы в цифровую и обратно

**Вопрос №2.** Достоинствами полупроводниковых приборов являются:

- А) малые габариты и масса;
- Б) ограниченный температурный режим;
- В) малая перегрузочная способность;
- Г) высокая чувствительность к перенапряжениям

**Вопрос №3.** К недостаткам полупроводниковых приборов относится

- А) ограниченный температурный режим
- Б) работа не с основными носителями
- В) необходимость низкого напряжения
- Г) необходимость вакуума

## **Лекция 2. Электрофизические свойства полупроводников**

**Вопрос № 1.** Примеси, атомы которых отдают электроны называются...

- А) акцепторами
- Б) электронной примесью
- В) донорами
- Г) дырочной примесью

**Вопрос № 2** К полупроводникам р-типа относится

- А) кристалл обладающий избытком концентрации электронов
- Б) полупроводник с избытком концентрации дырок
- В) рекомбинированный переход
- Г) кристаллическая решетка с избытком электронов

**Вопрос № 3.** В кристаллах кремния связь между двумя соседними атомами осуществляется,

- А) двумя валентными электронами
- Б) тремя валентными электронами
- В) дырками с положительными зарядами,
- Г) ионами

## **Лекция 3. Полупроводниковые диоды**

**Вопрос №1.** Полупроводниковый диод имеет структуру...

- А) р-п-р
- Б) п-р-п
- В) р-п
- Г) р-п-р-п

**Вопрос №2.** Электроды полупроводникового диода имеют название:

- А) катод, управляющий электрод
- Б) база, эмиттер
- В) катод, анод
- Г) база 1, база

**Вопрос №3.** Основными параметрами выпрямительных полупроводниковых диодов является

- А) способность работать в мостиковой схеме
- Б) максимальная температура перехода
- В) площадь радиатора и рабочая температура
- Г) максимально допустимое обратное напряжение и прямой ток

## **Лекция 4. Транзисторы**

**Вопрос № 1.** Какой слой в биполярном транзисторе имеет наименьшую толщину?

- А) Эмиттер
- Б) База
- В) Коллектор
- Г) Все слои одинаковы

**Вопрос № 2** Электроды полупроводникового транзистора имеют название:

- А) коллектор, база, эмиттер
- Б) анод, катод, управляющий электрод
- В) сток, исток, затвор
- Г) анод, сетка, катод



**Вопрос № 3** Коэффициент усиления по напряжению эмиттерного повторителя:

- А)  $K_U = \infty$
- Б)  $K_U = 0$
- В)  $K_U > 1$
- Г)  $K_U < 1$

### **Лекция 5. Полевые транзисторы**

**Вопрос № 1.** Какую структуру имеет полевой транзистор?

- А) n-p-n;
- Б) n-p-n-p;
- В) n-p;
- Г) p-n-p-n

**Вопрос №2.** Недостаток полевых транзисторов заключается в

- А) изоляции затвора
- Б) низком быстродействии
- В) отсутствии эмиттера
- Г) отсутствии базы

**Вопрос №3.** Полевым транзистором называется электропреобразовательный прибор, в котором ток канала управляется электрическим полем, возникающим с приложением напряжения между

- А) затвором и истоком
- Б) каналом и истоком
- В) затвором и каналом
- Г) затвором и затвором

### **Лекция 6. Тиристоры**

**Вопрос №1.** Какую структуру имеет тиристор?

- А) p-n-p-n
- Б) n-p-n
- В) n-n-p-p
- Г) p-p-n-n

**Вопрос №2.** Открытое состояние тиристора сохраняется, если сигнал на управляющей электроде отсутствует?

- А) Нет
- Б) Да

**Вопрос №3.** Сколько выводов имеет тиристор?

- А) Четыре
- Б) Один
- В) Два
- Г) Три

### **Лекция 7. Оптоэлектронные приборы**

**Вопрос №1.** Какой фотоприбор состоит из химически чистого полупроводника?

- А) Фоторезистор
- Б) Фотоэлемент
- В) Фотодиод
- Г) Фотоэлектронный умножитель

**Вопрос 2.** Фоторезистором называют полупроводниковый резистор, сопротивление которого чувствительно.

- А) к электромагнитному излучению в оптическом диапазоне спектра.
- Б) к рентгеновскому излучению
- В) к ультрафиолетовому излучению

Г) к инфракрасному излучению.

**Вопрос 3.** В фотодиоде генерация пар электрон-дырка происходит в области

- А) 1 p-n-перехода
- Б) 2 p-n-перехода
- В) 3 p-n-перехода
- Г) 4 p-n-перехода

## **Лекция 8. Операционный усилитель**

**Вопрос №1.** Операционный усилитель работает с входными сигналами...

- А) напряжения
- Б) температурными
- В) токовыми
- Г) шумовыми

**Вопрос №2.** Операционный усилитель имеет:

- А) два выхода и два входа
- Б) один вход и два выхода
- В) два входа и один выход
- Г) один вход и два выхода

**Вопрос №3.** Напряжение между входами операционного усилителя...

- А) равно 0
- Б) больше 0
- В) меньше 0

## **Лекция 9. Интегральные микросхемы**

**Вопрос №1.** Интегральная микросхема /ИМС/ – совокупность взаимосвязанных транзисторов, диодов, конденсаторов, резисторов и т.п., изготовленных в едином технологическом цикле

- А) конструктивно оформленных как единое целое и выполняющих определённую функцию преобразования сигнала
- Б) конструктивно оформленных как совокупность взаимосвязанных транзисторов
- В) изготовленных как совокупность взаимосвязанных , резисторов
- Г) как совокупность взаимосвязанных диодов

**Вопрос № 2.** Какой из логических элементов выполняет функцию дизъюнкция?

- А) ИЛИ
- Б) НЕ
- В) И
- Г) И-НЕ

**Вопрос №3.** Какой элемент выполняет логическую функцию конъюнкция?

- А) И-НЕ
- Б) НЕ
- В) ИЛИ
- Г) И

## **Лекция 10. Аналоговые электронные устройства**

**Вопрос №1.** Амплитудно-частотной характеристикой усилителя называют зависимость...

- А) выходного сопротивления от частоты входного сигнала
- Б) входного сопротивления от частоты входного сигнала
- В) коэффициента усиления от частоты входного сигнала
- Г) выходной мощности от частоты входного сигнала

**Вопрос №2.** Что характеризует полоса пропускания усилителя?

- А) Диапазон частот усиливаемого сигнала

- Б) Диапазон уровней напряжения входного сигнала
- В) Диапазон регулирования громкости выходного сигнала
- Г) Нет правильного ответа

**Вопрос №3.** Какое преимущество имеют усилители класса В перед усилителями класса А?

- А) Меньший уровень нелинейных искажений
- Б) Больше коэффициент полезного действия**
- В) Шире полоса пропускания
- Г) Больше коэффициент усиления по напряжению

### **Лекция 11. Электронные фильтры**

**Вопрос №1.** Фильтром называют устройство, которое передает (пропускает) синусоидальные сигналы

- А) в одном определенном диапазоне частот
- Б) в широком диапазоне частот
- В) задерживает в одном определенном диапазоне частот
- Г) в полосе задерживания.

**Вопрос №2.** Фильтры передают

- А) синусоидальные сигналы в одном определенном диапазоне частот
- Б) постоянное напряжение
- В) линейное напряжение
- Г) коротких импульсов

**Вопрос №3.** Фильтр верхних частот характерен тем, что он :

- А) пропускает сигналы верхних и задерживает сигналы нижних частот.**
- Б) пропускает сигналы верхних частот.
- В) пропускает сигналы нижних частот.
- Г) пропускает сигналы одной полосы частот

### **Лекция 12. Вторичные источники питания**

**Вопрос №1.** Какую функцию выполняет диод в выпрямительных схемах?

- А) Вентиля
- Б) Фильтра
- В) Смесителя
- Г) Усилителя

**2.Вопрос №2.** Какой элемент необходимо использовать в источниках питания для сглаживания пульсации выходного напряжения?

- А) Стабилитрон
- Б) Диод
- В) Трансформатор
- Г) Конденсатор

**Вопрос № 3.** Какую функцию выполняет диодный мост в источниках питания?

- А) Сглаживание
- Б) Стабилизация
- В) Выпрямление
- Г) Понижение

### **Лекция 13. Цифровая и импульсная преобразователи информации**

**Вопрос №1.** Импульсный режим работы электронного устройства характерен

- А) резкими изменениями токов и напряжений
- Б) изменениями токов
- В) изменениями напряжений
- Г) изменениями частоты

**Вопрос №2.** Основным элементом устройств цифровой электроники и многих устройств силовой электроники является

- А) Транзисторный ключ
- Б) Диод
- В)Тиристор
- Г)Триггер

**Вопрос №3.** Для периодически повторяющихся импульсов используют следующие параметры:

- А)период повторения импульсов
- Б) частота
- В) напряжение
- Г) время

#### **Лекция 14. Цифровые запоминающие устройства**

**Вопрос №1.** Цифровыми запоминающими называют устройства, предназначенные

- А) для записи хранения и считывания информации
- Б) для записи
- В) для хранения
- Г) для считывания информации

**Вопрос № 2** Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП) предназначены для преобразования

- А) цифровых сигналов в аналоговые
- Б) аналоговых сигналов в цифровые
- В) цифровых сигналов в синусоидальные
- Г) цифровых сигналов импульсные

**Вопрос № 3.** Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) – это устройства, предназначенные для преобразования?

- А) аналоговых сигналов в цифровые
- Б) цифровых сигналов в аналоговые
- В) аналоговых сигналов в импульсные
- Г) цифровых сигналов в постоянные

#### **Лекция 15. Генераторы импульсных сигналов**

**Вопрос №1.** Генераторы импульсных сигналов (импульсные генераторы) могут работать в одном из трех режимов:

- А) в автоколебательном, ждущем и синхронизации
- Б) в автоколебательном
- В) в ждущем
- Г) в синхронизации

**Вопрос 2.** Автоколебательный мультивибратор

- А) формирует прямоугольные импульсы напряжения.
- Б) постоянного напряжения
- В) синусоидального напряжения линейно-изменяющегося напряжения
- Г) линейно-изменяющегося напряжения

**Вопрос 3.** Блокинг-генератор – это устройство для формирования:

- А) постоянного напряжения
- Б) синусоидального напряжения
- В) линейно-изменяющегося напряжения
- Г) коротких импульсов

#### **Лекция 16. Технологические основы производства полупроводниковых интегральных микросхем**

**Вопрос №1.** Искусственное окисление кремния осуществляется обычно при температуре

- А) 1000...1200° С.
- Б) 100 °С
- В) 200° С.
- Г) 500° С.

**Вопрос №2.** Эпитаксией называют процесс наращивания монокристаллических слоев на подложку, при котором кристаллографическая ориентация наращиваемого слоя повторяет кристаллографическую ориентацию подложки.

- А) при низкой температуре
- Б) при высокой температуре (около 1200° С)
- В) при низком давлении
- Г) при любой ориентации подложки

**Вопрос №3.** В основе фотолитографии лежит использование материалов, которые называют;

- А) фоторезистами
- Б) фотоэмульсий
- В) фотошаблонами.
- Г) масками

### **Лекция 17. Технологические процессы поверхностной обработки полупроводниковых материалов**

**Вопрос №1.** Ионной имплантацией называют метод легирования пластины (или эпитаксиального слоя)

- А) путем бомбардировки ионами примеси для их внедрения вглубь твердого тела.
- Б) для формирования эпитаксиального слоя
- В) для диффузий примеси
- Г) для создания радиационных дефектов

**Вопрос №2.** Глубина внедрения ионов в полупроводник зависит

- А) от их энергии и массы
- Б) от их энергии
- В) от температуры
- Г) от радиационных дефектов

**Вопрос №3.** Концентрация примеси в имплантированном слое зависит от плотности тока в ионном пучке и времени процесса или, как говорят, от времени экспозиции.

- А) от плотности тока в ионном пучке и времени процесса
- Б) от плотности тока в ионном пучке
- В) от времени процесса
- Г) от энергий примеси .

### **Лекция №18. Технологические процессы нанесения тонких пленок**

**Вопрос №1.** Для получения качественной пленки термическим напылением температура подложки должна лежать в некоторых оптимальных пределах

- А) 200-400° С.
- Б) 100-200° С.
- В) 300-500° С.
- Г) 600-700° С.

**Вопрос №2.** Термическое (вакуумное) напыление производится.

- А) в вакууме
- Б) в инертной среде
- В) в воздушной среде
- Г) в газовой среде

**Вопрос №3.** При катодном методе получения тонких пленок напыляемым материалом является

- А) катод
- Б) анод
- В) испаритель
- Г) подложка

### **7.3.3 Задания для подготовки к бально-рейтинговым контрольным мероприятиям.**

#### **1-ый рейтинг-контроль**

1. Полупроводниковые диоды, обозначение, типы и классификация, принцип работы.
2. Тиристоры, обозначение, типы и классификация. Условия включения и выключения тиристоров. Цепи управления тиристорами, принципы формирования тока управления
3. Транзисторы
4. Вакуумные генераторные лампы, применяемые для электротехнологических высокочастотных установок.
5. Однофазные однополупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
6. Однофазные двухполупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
7. Мост переменного тока, схема, принцип работы, основные соотношения.
8. Схема выпрямления – “две обратные звезды с уравнительным реактором”.
9. Кольцевая схема выпрямления.
10. Схемы выпрямления с трехфазным индуктивно-емкостным преобразователем.
11. Тиристорные одно- и трехфазные контакторы, схемы, принцип работы, характеристики.
12. Преобразователи пониженной частоты, схемное решение, принцип работы.
13. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы параллельного инвертора тока.
14. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.
15. Тиристорные преобразователи частоты на базе схемы инвертора с удвоением частоты.
16. Трехфазные мостовые инверторы напряжения.
17. В чем проявляются недостатки простейших усилителей с непосредственными и потенциометрическими связями между каскадами?
18. Что такое «дрейф нуля» в УГС и какими причинами он обусловлен?
19. Поясните, почему в усилителях параллельного баланса дрейф нуля значительно меньше, чем в небалансных усилителях.
20. Почему ДУ имеют различные коэффициенты усиления синфазного и дифференциального сигналов?
21. Какие меры принимаются в ДУ для увеличения коэффициента подавления синфазного сигнала?

#### **2-ой рейтинг-контроль**

1. Что такое «отражатель тока», или. «токовое зеркало», и для чего он применяется в интегральных ДУ?
2. Какова структура интегрального ОУ? Какие функции выполняют входные каскады ОУ и какова их схемотехника?
3. Чем вызвана необходимость введения в ОУ каскадов сдвига уровня?
4. Поясните, как осуществляется защита от перегрузок по току в выходных каскадах интегральных ОУ.
5. Изобразите схемы инвертирующего, неинвертирующего, суммирующего, вычитающего, дифференцирующего и интегрирующего устройств, выполненных на основе интегральных ОУ.
6. Изобразите структурную схему усилителя с преобразованием сигнала. В каких случаях применяется такой усилитель?
7. В чем заключаются условия баланса амплитуд и фаз в автогенераторе гармонических колебаний?
8. Каким образом обеспечивают баланс амплитуд и баланс фаз в автогенераторах с трансформаторной и автотрансформаторной связью?
9. Изобразите трехточечную схему автогенератора гармонических колебаний на БТ.
10. В каких случаях удобно использовать RC-генераторы гармонических колебаний?
11. Какие виды частотно-зависимых четырехполюсников применяются в RC-генераторах?
12. Каковы причины неустойчивости частоты генерируемых колебаний в автогенераторах?
13. Какую функцию выполняет резонатор, включаемый в автогенератор?

14. Назовите виды и основные параметры импульсных сигналов.
15. Что собой представляет спектр амплитуд импульсной последовательности сигналов?
16. Чем отличается спектр амплитуд периодической последовательности импульсов от спектра амплитуд одиночного импульса?
17. Чем определяется число гармоник, заключенных между двумя соседними гармониками с нулевыми амплитудами в спектре периодической последовательности импульсов?
18. Каким требованиям должны удовлетворять электрические цепи, вносящие минимальные искажения в передаваемые импульсы?
19. Нарисуйте схему дифференцирующей RC-цепи. При каком условии эта цепь будет выполнять функцию разделительной, или переходной; цепи?
20. Какая RC-цепь называется интегрирующей?
21. Для каких целей применяются дифференцирующие, интегрирующие и переходные цепи?

### 3-ий рейтинг-контроль

1. Какие устройства называют амплитудными ограничителями и как они подразделяются по способу включения нелинейного элемента?
2. Изобразите схемы последовательных и параллельных ограничителей на диодах и стабилитронах и формы выходных импульсов при гармоническом входном напряжении.
3. Запишите таблицы состояний логических операций НЕ, И, ИЛИ, И - НЕ, ИЛИ - НЕ, ЗАПРЕТ.
4. Поясните принцип работы последовательного диодного ключа.
5. Изобразите схему ключа на БТ. Каким образом осуществляется управление работой такого ключа?
6. Почему при включении между базой и коллектором БТ диода Шоттки быстродействие транзисторного ключа увеличивается?
7. В чем преимущества ключей на ПТ в, сравнении с ключами на БТ?
8. Назовите основные параметры логических элементов.
9. Поясните выполнение логических операций ИЛИ и ИЛИ – НЕ в ЛЭ.
10. Изобразите на одном графике ВАХ германиевого и кремниевого выпрямительных диодов. Чем вызваны отличия прямых и обратных ветвей этих характеристик?
11. Чем ограничивается частотный диапазон полупроводниковых диодов? Каким образом его можно увеличить?
12. На использовании какого явления основана работа варикапа?
13. Поясните принцип стабилизации напряжения на нагрузке с помощью стабилитрона.
14. Назовите основные параметры кремниевых стабилитронов и стабилиторов. Какие из них можно определить по ВАХ?
15. Изобразите схемы включения биполярных транзисторов типов  $p - n - p$  и  $n - p - n$  в режимах отсечки, насыщения и активном. В каком из этих режимов возможно эффективное управление коллекторным током и почему?
16. Поясните принцип управления током стока в полевом транзисторе с  $p-n$  - затвором и в МДП-транзисторе с индуцированным каналом.
17. Какие характеристики и параметры определяют основные свойства полевых транзисторов?
18. Какие явления определяют принцип работы светоизлучающего диода?
19. Перечислите основные типы приемников излучения и дайте им краткую характеристику.
20. Изобразите устройство активных и пассивных элементов полупроводниковых и пленочных ИМС.
21. Дайте краткую характеристику внешнего фотоэффекта. Каким образом это явление используется в фотоэлементах и фотоумножителях?

#### 7.3.4 Перечень вопросов выносимых на промежуточную аттестацию по дисциплине

1. Полупроводниковые диоды, обозначение, типы и классификация, принцип работы.
2. Тиристоры, обозначение, типы и классификация. Условия включения и выключения тиристоров. Цепи управления тиристорами, принципы формирования тока управления
3. Транзисторы
4. Вакуумные генераторные лампы, применяемые для электротехнологических высокочастотных установок.



5. Однофазные однополупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
6. Однофазные двухполупериодные неуправляемые и управляемые выпрямители. Схемы, принципы работы.
7. Мост переменного тока, схема, принцип работы, основные соотношения.
8. Схема выпрямления – “две обратные звезды с уравнительным реактором”.
9. Кольцевая схема выпрямления.
10. Схемы выпрямления с трехфазным индуктивно-емкостным преобразователем.
11. Тиристорные одно- и трехфазные контакторы, схемы, принцип работы, характеристики.
12. Преобразователи пониженной частоты, схемное решение, принцип работы.
13. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы параллельного инвертора тока.
14. Тиристорные и транзисторные преобразователи частоты на базе схемы резонансного инвертора напряжения.
15. Тиристорные преобразователи частоты на базе схемы инвертора с удвоением частоты.
16. Трехфазные мостовые инверторы напряжения.
17. В чем проявляются недостатки простейших усилителей с непосредственными и потенциометрическими связями между каскадами?
18. Что такое «дрейф нуля» в УГС и какими причинами он обусловлен?
19. Поясните, почему в усилителях параллельного баланса дрейф нуля значительно меньше, чем в небалансных усилителях.
20. Почему ДУ имеют различные коэффициенты усиления синфазного и дифференциального сигналов?
21. Какие меры принимаются в ДУ для увеличения коэффициента подавления синфазного сигнала?
22. Что такое «отражатель тока», или. «токовое зеркало», и для чего он применяется в интегральных ДУ?
23. Какова структура интегрального ОУ? Какие функции выполняют входные каскады ОУ и какова их схемотехника?
24. Чем вызвана необходимость введения в ОУ каскадов сдвига уровня?
25. Поясните, как осуществляется защита от перегрузок по току в выходных каскадах интегральных ОУ.
26. Изобразите схемы инвертирующего, неинвертирующего, суммирующего, вычитающего, дифференцирующего и интегрирующего устройств, выполненных на основе интегральных ОУ.
27. Изобразите структурную схему усилителя с преобразованием сигнала. В каких случаях применяется такой усилитель?
28. В чем заключаются условия баланса амплитуд и фаз в автогенераторе гармонических колебаний?
29. Каким образом обеспечивают баланс амплитуд и баланс фаз в автогенераторах с трансформаторной и автотрансформаторной связью?
30. Изобразите трехточечную схему автогенератора гармонических колебаний на БТ.
31. В каких случаях удобно использовать RC-генераторы гармонических колебаний?
32. Какие виды частотно-зависимых четырехполюсников применяются в RC-генераторах?
33. Каковы причины неустойчивости частоты генерируемых колебаний в автогенераторах?
34. Какую функцию выполняет резонатор, включаемый в автогенератор?
35. Назовите виды и основные параметры импульсных сигналов.
36. Что собой представляет спектр амплитуд импульсной последовательности сигналов?
37. Чем отличается спектр амплитуд периодической последовательности импульсов от спектра амплитуд одиночного импульса?
38. Чем определяется число гармоник, заключенных между двумя соседними гармониками с нулевыми амплитудами в спектре периодической последовательности импульсов?
39. Каким требованиям должны удовлетворять электрические цепи, вносящие минимальные искажения в передаваемые импульсы?
40. Нарисуйте схему дифференцирующей RC-цепи. При каком условии эта цепь будет выполнять функцию разделительной, или переходной; цепи?
41. Какая RC-цепь называется интегрирующей?

42. Для каких целей применяются дифференцирующие, интегрирующие и переходные цепи?
43. Какие устройства называют амплитудными ограничителями и как они подразделяются по способу включения нелинейного элемента?
44. Изобразите схемы последовательных и параллельных ограничителей на диодах и стабилитронах и формы выходных импульсов при гармоническом входном напряжении.
45. Запишите таблицы состояний логических операций НЕ, И, ИЛИ, И - НЕ, ИЛИ - НЕ, ЗАПРЕТ.
46. Поясните принцип работы последовательного диодного ключа.
47. Изобразите схему ключа на БТ. Каким образом осуществляется управление работой такого ключа?
48. Почему при включении между базой и коллектором БТ диода Шоттки быстродействие транзисторного ключа увеличивается?
49. В чем преимущества ключей на ПТ в, сравнении с ключами на БТ?
50. Назовите основные параметры логических элементов.
51. Поясните выполнение логических операций ИЛИ и ИЛИ – НЕ в ЛЭ.
52. Изобразите на одном графике ВАХ германиевого и кремниевого выпрямительных диодов. Чем вызваны отличия прямых и обратных ветвей этих характеристик?
53. Чем ограничивается частотный диапазон полупроводниковых диодов? Каким образом его можно увеличить?
54. На использовании какого явления основана работа варикапа?
55. Поясните принцип стабилизации напряжения на нагрузке с помощью стабилитрона.
56. Назовите основные параметры кремниевых стабилитронов и стабисторов. Какие из них можно определить по ВАХ?
57. Изобразите схемы включения биполярных транзисторов типов  $p - n - p$  и  $n - p - n$  в режимах отсечки, насыщения и активном. В каком из этих режимов возможно эффективное управление коллекторным током и почему?
58. Поясните принцип управления током стока в полевом транзисторе с  $p-n$  - затвором и в МДП-транзисторе с индуцированным каналом.
59. Какие характеристики и параметры определяют основные свойства полевых транзисторов?
60. Какие явления определяют принцип работы светоизлучающего диода?
61. Перечислите основные типы приемников излучения и дайте им краткую характеристику.
62. Изобразите устройство активных и пассивных элементов полупроводниковых и пленочных ИМС.
63. Дайте краткую характеристику внешнего фотоэффекта. Каким образом это явление используется в фотоэлементах и фотоумножителях?

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Методическими материалами, определяющими процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижений компетенций являются внутривузовские локальные нормативные акты: «Положение о балльно-рейтинговой системе контроля и оценки успеваемости студентов» и «Положение о промежуточной аттестации обучающихся».

График проведения рейтинговых контрольных мероприятий и даты проведения промежуточной аттестации, по курсам и семестрам, отражены в утвержденных проректором по УР календарных учебных графиках и расписаниях промежуточной аттестации по направлению подготовки (специальности), которые размещаются на информационных стендах факультетов и на сайте университета в установленные сроки.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная литература:**

1. Электротехника и промышленная электроника: учебное пособие / В.В. Богданов, О.Б. Давыденко, Е.Г. Касаткина [и др.]. – Новосибирск: НГТУ, 2022. – 220 с. – ISBN 978-5-7782-4655-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/306215>.
2. Червяков, Г.Г. Электронная техника: учебное пособие для вузов/ Г.Г.Червяков, С.Г. Прохоров, О.В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10000-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494863>.

### **Дополнительная литература:**

3. Тимофеев, И.А. Основы электротехники, электроники и автоматики. Лабораторный практикум: учебное пособие / И.А. Тимофеев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-2264-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212462>.
4. Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения: учебное пособие / В.Я. Фролов, А.М. Сурма, К.Н. Васерина, А.А. Черников. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-3507-4. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206330>.

## **Перечень периодических изданий, имеющих в библиотеке университета:**

- Достижения науки и техники АПК;
- Механизация и электрификация сельского хозяйства;
- Промышленная энергетика;
- Электрические станции;
- Энергосбережение.

## **9. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

- **ЭБС «Издательства Лань»**  
**Коллекция «Единая профессиональная база знаний для аграрных вузов»**  
**ООО «Издательство Лань».**  
Лицензионный договор № 003/2025-44ФЗ от 22.05.25 г сроком на 1 год  
<http://e.lanbook.com/>
- **Сетевая электронная библиотека**  
**ООО «ЭБС ЛАНЬ»**  
Договор № СЭБ НВ-164 от 17.12.2019 г. – бессрочный  
<http://e.lanbook.com/>  
<http://seb.e.lanbook.com/>
- **ЭБС «Университетская библиотека online». Базовая часть**  
**ООО «Директ-Медиа»**  
Контракт № 51-04/2025 от 22.05.2025 г сроком на 1 год  
<http://biblioclub.ru>
- **ЭБС «ЮРАЙТ» Пакет СПО**  
**ООО «Электронное издательство Юрайт»**  
Лицензионный договор № 6703 от 27.08.2024 г. сроком на 1 год  
<https://urait.ru/>
- **Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU (SCIENCE INDEX)**

**ООО Научная электронная библиотека.**

Лицензионный договор № SIO-2114/2025 от 06.05.2025 сроком на 1 год  
<http://elibrary.ru>

- **Антиплагиат.ВУЗ 5.0**

**Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»**

АО «Антиплагиат»

Лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год

- **Гарант**

ООО «Гарант-КБР» Договор № 305-2025г. от 09.01.2025 г. сроком на 1 год

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

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций, лабораторных работ, практических и семинарских занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

На лекциях студенту рекомендуется внимательно слушать учебный материал, записывать основные моменты, идеи, пытаться сразу понять главные положения темы, а если что не ясно – делать соответствующие пометки. После лекции во внеурочное время целесообразно прочитать записанный материал с целью его усвоения и выяснения непонятных вопросов.

Для подготовки и выполнения лабораторных работ студенту следует завести отдельную тетрадь. При подготовке к лабораторной работе студенту следует составить краткий ответ (1-2 стр.) на контрольные вопросы к лабораторным работам «Промышленная электроника»). Студент должен тщательно готовиться к лабораторным занятиям путем проработки теоретических положений по теме занятия из конспекта лекции, рекомендуемых учебников, учебных пособия, дополнительной литературы, интернет - источников.

Защита лабораторных работ, приходящиеся на каждый промежуточный рубеж оценивается в **15** баллов (за две точки - **30** баллов).

Раздел «Самостоятельная работа» информирует обучающихся, какие вопросы раздела (модуля) выносятся на самостоятельное изучение, об их учебно-методическом обеспечении (учебники, учебные пособия, методические указания, рекомендуемые страницы и т.д.). Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях;
- защиту выполненных работ;
- участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- участие в беседах, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах,

конференциях;

– участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

– повторение лекционного материала;

– подготовки к семинарам (практическим занятиям);

– изучения учебной и научной литературы;

– изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);

– решения задач, выданных на практических занятиях;

– подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;

– подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;

– выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом;

– выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме,

– проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.

Степень усвояемости вопросов самостоятельной работы определяется при текущем и промежуточном контроле и при промежуточной аттестации.

Для студентов заочной формы обучения, после окончания предыдущей сессии, где они знакомятся с целями и задачами изучения дисциплины, с перечнем вопросов которые они должны изучать для формирования индикаторов достижения компетенции. Они получают задания на курсовой проект и объяснение как пользоваться методическими указаниями по выполнению курсового проекта, которые имеются в наличии в научной библиотеке ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарского ГАУ.

Студенту следует тщательно готовиться к промежуточному контролю (тестированию, контрольным работам, контрольным опросам), прорабатывая конспект лекций и рекомендуемую литературу.

#### **Подготовка к промежуточной аттестации.**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

– внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;

– внимательно прочитать рекомендованную литературу;

– составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Дисциплина «Промышленная электроника» рассчитана на изучение в один семестр и заканчивается зачетом с оценкой.

## **11. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

### **11.1 Лицензионное программное обеспечение**

AutoDesk AutoCad 2012 Education Product Standalone б/н

**Антиплагиат.ВУЗ 5.0 Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»**

лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition № лицензии 26EC-241021-134643-810-2826, договор № 651/A от 18.10.2024 г. до 31.10.2025

### **11.2 Интернет-ресурсы свободного доступа**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
БД «AGROS»- международная документографическая	<a href="http://www.cnsnb.ru/cataloga.shtm">http://www.cnsnb.ru/cataloga.shtm</a>

база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений).	
<b>Агроакадемсеть</b> - базы данных РАСХН.	<a href="http://www.vniikormov.ru/pub/0004/1/ektcii-poslevuzovskogo-obrazovaniia-po-spetsialnosti-06-01-06-lugovodstvo-lekarstvennye-i-efirno-maslichnye-kultury-01.php">http://www.vniikormov.ru/pub/0004/1/ektcii-poslevuzovskogo-obrazovaniia-po-spetsialnosti-06-01-06-lugovodstvo-lekarstvennye-i-efirno-maslichnye-kultury-01.php</a>
<b>Enerdata</b> - независимая информационно-консалтинговая компания, областью исследований которой являются энергетические отрасли промышленности	<a href="http://www.enerdata.ru/">http://www.enerdata.ru/</a>
<b>Топливо-энергетический комплекс</b> Профессиональные справочные системы для руководителей и специалистов, работающих в энергетической отрасли.	<a href="https://cntd.ru/products/toplivno_e_kompleks">https://cntd.ru/products/toplivno_e_kompleks</a>

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

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория № 416 (для проведения занятий лекционного семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Учебная мебель: столы-35, стулья-71, доска меловая – 1, кафедра. Основное оборудование: Компьютер Pentium 4 с выходом в Internet; монитор Samsung Samtron 55E; проектор Projector-10 Nec M3W; ; интерактивная доска Star Board HITACHI FX-TRIO-77-E; Информационные пособия по дисциплине стенды, таблицы, плакаты, макеты
2.	Лабораторный практикум	Лаборатория Электроники № 210 (для проведения занятий лабораторного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Учебная мебель: столы-15, стулья-31, доска меловая – 1, кафедра. Основное оборудование: 1. Лабораторный стенд для изучения датчиков давления 2. Лабораторный стенд для изучения измерительных преобразователей температуры. 3. Лабораторный стенд для исследования транзисторного усилителя. 4. Лабораторный стенд для изучения электромагнитного реле и программного реле времени. 5. Лабораторный стенд для изучения коммутационных аппаратов управления. 6. Лабораторный стенд для изучения электродвигательного исполнительного механизма. 7. Лабораторный стенд для определения статистических характеристик объекта регулирования. 8. Лабораторный стенд для экспериментального исследования динамических характеристик объекта регулирования. 9. Лабораторный стенд для изучения

			<p>автоматической системы регулирования с двухпозиционным регулированием.</p> <p>10. Синтез однократных систем управления.</p> <p>Блок – схема изучения логических элементов.</p> <p>11. Лабораторный стенд «АВ-1» «Исследование систем управления поточной линии» для выполнения 4 лабораторных работ.</p> <p>Компьютер Pentium 4 с выходом в Internet; монитор Samsung Samtron 55E; проектор Projector-10 Nec M3W;</p> <p>Информационные пособия по дисциплине тесты рубежного, итогового контроля, наглядные пособия.</p>
3.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся	<p>Письменные столы – (5 шт.);</p> <p>Стулья (5 шт.);</p> <p>Стеллажи (3 шт.);</p> <p>Шкаф книжный (9 шт.);</p> <p>Компьютер с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (10 шт.)</p>