

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

«31» марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.08 Промышленная электроника**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки / специальности)  
Направленность (профиль) Электрические станции  
(специализация): (наименование профиля / магистерской программы / специализации)  
Программа: бакалавриат  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)  
Форма обучения: очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	5	5
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,0 / 144	4,0 / 144
Контактная работа (час.)	70	10
Лекции (час.)	34	6
Практические занятия (час.)	-	-
Лабораторные работы (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе	29	110
Курсовой проект/работа (семестр)	-	-
Контроль (экзамен/зачёт, час.):	экзамен, 45	экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Промышленная электроника» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» Направленность (профиль): «Электрические станции» для 2023 года приёма.

**Составитель:**

доцент кафедры «Электромеханика и ТОЭ» А.Т.Н., доцент

(подпись) Л.А. Васильев

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры «Электромеханика и ТОЭ».

Протокол от «13» 03 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой (подпись) Е.А. Журавель  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Электрические станции».

Протокол от «14» 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой (подпись) С.Н. Ткаченко  
(подпись)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ГОУВПО «ДонНТУ» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель (подпись) С.Н. Ткаченко  
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электромеханика и ТОЭ».

Протокол от «    »      20\_\_ года №     

Заведующий кафедрой            
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Электрические станции».

Заведующий кафедрой            
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электромеханика и ТОЭ».

Протокол от «    »      20\_\_ года №     

Заведующий кафедрой            
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Электрические станции».

Заведующий кафедрой            
(подпись) (Ф.И.О.)

# 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы применения приборов электроники и электронных устройств в электроэнергетике, в промышленности и на транспорте.

Цель дисциплины: изучение принципов действия, свойств и возможностей электронных приборов и устройств, их применения для решения производственных задач в области электротехники и электроэнергетики.

Задачи дисциплины: формирование знаний электронных приборов и устройств, приобретение навыков создания и анализа электронных схем, усвоение методов расчета и моделирования, ознакомление с современным состоянием информационной и силовой электронной техники, подготовка специалиста к применению электронных устройств и их эксплуатации.

В результате освоения дисциплины студент должен:

*знать:*

- принципы действия, устройство и характеристики современных компонентов электроники;
- принципы построения и работу электронных устройств аналоговой техники, импульсных устройств, устройств цифровой техники;
- основы работы силовых преобразовательных устройств.

*уметь:*

- составлять аналоговые, импульсные и цифровые электронные схемы и моделировать их работу;
- рассчитывать режимы работы и характеристики электронных устройств;
- экспериментально определять характеристики электронных приборов и устройств;
- применять электронные устройства и грамотно их эксплуатировать;

*владеть:*

- навыками использования электронных приборов и устройств;
- методами расчета, моделирования и анализа электронных устройств.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-4).

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин вариативной части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

физика; теоретические основы электротехники; высшая математика; электрические и компьютерные измерения.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины,

реализуются студентом при изучении последующих дисциплин программ бакалаврской и магистерской подготовки, таких как преобразовательная техника, основы релейной защиты и автоматизации энергосистем, автоматизация производственных процессов, системы возбуждения генераторов и других дисциплин, связанных с использованием устройств промышленной электроники.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ тем	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	в том числе			
			Лекции	Практ	Лабор.	СРС
1	Тема 1 Физические основы работы полупроводниковых приборов	6/7	2/1	-	2/0	2/6
2	Тема 2. Приборы электроники	26/33	10/1	-	10/2	6/30
3	Тема 3. Аналоговые электронные устройства	23/25	7/1	-	10/0	6/24
4	Тема 4. Импульсные устройства	11/16	3/1	-	4/0	4/15
5	Тема 5. Цифровые устройства	12/16	4/1	-	4/0	4/15
6	Тема 6. Силовая электроника	19/23	8/1	-	4/2	7/20
	Контактная работа (дополнительная)	2/6				
	Курсовая работа (проект)	-				
	Итого по видам занятий	99/126	34/6	-	34/4	29/110
	Контроль	45/18				
	<b>ИТОГО</b>	<b>144/144</b>	<b>34/6</b>	<b>-</b>	<b>34/4</b>	<b>29/110</b>

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-4	Темы 1 – 6

#### 3.2. Лекции

Тема 1. Физические основы работы полупроводниковых приборов

Содержание темы 1:

Основные понятия. Классы полупроводниковых приборов. Электропроводность примесных полупроводников. Дрейфовый и диффузный токи. Электронно-дырочный переход.

Литература к теме 1: [1, 2, 9].

Тема 2. Приборы электроники.

Содержание темы 2:

Выпрямительные диоды. Расчет рабочего режима. Мощные диоды. Параллельное и последовательное включение диодов. Стабилитроны. Варикапы.

Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия. Режим работы. Основные схемы включения. ВАХ. Основные параметры. Температурные свойства. Мощные биполярные транзисторы.

Полевые транзисторы. Транзисторы с управляющим переходом. МДП-транзисторы со встроенным каналом. МДП-транзисторы с индуцированным каналом. Мощные полевые транзисторы. СИТ-транзисторы.

Биполярные транзисторы с изолированным затвором IGBT.

Тиристоры. Устройство и принцип действия. Рабочий режим. Способы включения и выключения. Симисторы. Запираемые тиристоры. Основные эксплуатационные параметры. Защита тириستоров.

Оптоэлектронные приборы. Светодиоды. Фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. Оптроны.

Интегральная электроника. Интегральные микросхемы. Силовые интегральные модули.

Литература к теме 2: [1, 2, 9].

Тема 3. Аналоговые электронные устройства.

Содержание темы 3:

Транзисторные усилители. Принцип действия усилительного каскада. Каскад с общим эмиттером. Каскад с общим коллектором. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Каскады усиления мощности. Усилители мощности классов А, В и АВ. Многокаскадные усилители. Обратные связи в усилителях.

Усилители постоянного тока. Дифференциальный каскад. Операционный усилитель. Неинвертирующий ОУ. Инвертирующий ОУ. Разностный ОУ. Операционные схемы. Сумматор. Интегратор. Дифференциатор.

Литература к теме 3: [1, 2, 9].

Тема 4. Импульсные устройства.

Содержание темы 4:

Цифровые транзисторные ключи. Ключи на МДП-транзисторах. Аналоговые ключи. Компараторы. Триггер Шмита.

Генераторы синусоидального напряжения. LC-генераторы. RC-генераторы. Автоколебательные мультивибраторы. Ждущий мультивибратор. Генератор линейно-изменяющегося напряжения.

Литература к теме 4: [1, 2, 9].

Тема 5. Цифровые устройства.

Содержание темы 5:

Логические ИМС. Основные логические операции. Типы логических элементов. ТТЛ-логика. ЭСЛ-логика. МДП-логика. Комбинационные логические устройства. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры.

Цифровые ИМС. Триггеры. Асинхронный RS-триггер. Синхронные RS-, D-, T-, JK-триггеры. Счетчики импульсов. Двоичные счетчики. Счетчики с другим коэффициентом счета. Регистры.

Литература к теме 5: [1, 2, 9].



## Тема 6. Силовая электроника.

### Содержание темы 6:

Источники вторичного электропитания. Трансформаторные схемы. Нулевой и мостовой выпрямители. Фильтры. Стабилизаторы напряжения. Источники питания с многократным преобразованием энергии. Импульсные преобразователи. Преобразователи с повышением напряжения.

Управляемые выпрямители. Однофазные выпрямители большой мощности. Коммутационные процессы. Трехфазные выпрямители. Многофазные выпрямители.

Инвертирование энергии. Инверторы, ведомые сетью. Автономные инверторы тока и напряжения. Влияние полупроводниковых преобразователей на питающую сеть. Преобразователи с повышенным коэффициентом мощности.

Литература к теме 6: [1, 9].

### **3.3 Практические (семинарские) занятия**

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

### **3.4 Лабораторные работы**

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/ заочная	Литература
1	Изучение лабораторного стенда 87Л-01	2/0	[10]
2	Исследование полупроводниковых диодов	4/2	[10, 12]
3	Исследование биполярного транзистора	2/0	[10]
4	Исследование полевого транзистора	2/0	[10]
5	Исследование тиристорov в лаборатории Multisim	2/0	[10, 12]
6	Исследование усилительного каскада с ОЭ	4/0	[10]
7	Исследование усилительных каскадов в лаборатории Multisim	2/0	[10, 12]
8	Исследование усилителя постоянного тока	2/0	[10]
9	Исследование операционных усилителей и операционных схем в лаборатории Multisim	2/0	[12]
10	Исследование генератора пилообразного напряжения	2/0	[11]
11	Цифровой транзисторный ключ	2/0	[12]
12	Исследование логических схем	2/0	[11]
13	Исследование счетчиков импульсов в лаборатории Multisim	2/0	[12]
14	Исследование мостовой схемы выпрямления	4/2	[11, 12]
ИТОГО		34/4	

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очная/ заочная
1	Изучение лекционного материала в течение семестра	15/90
2	Подготовка к практическим занятиям	-
3	Подготовка к лабораторным работам	14/8
4	Выполнение курсового проекта (работы)	-
5	Выполнение индивидуального задания	0/12
ИТОГО		29/110

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен. Индивидуальное задание предусмотрено для студентов заочной формы обучения. Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы в соответствии с [13]. Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 12 часов.

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;



- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## 4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

### Вопросы к экзамену:

1. Основные особенности полупроводников, генерация и рекомбинация носителей заряда. Электропроводность примесного полупроводника, виды примесей, механизм образования свободных носителей заряда, основные и неосновные носители заряда. Электронный и дырочный токи, диффузионный и дрейфовый токи.
2. Основные свойства электронно-дырочного перехода. Изолированный  $p$ - $n$ -переход,  $p$ - $n$ -переход при прямом и обратном напряжениях, потенциальная диаграмма симметричного и несимметричного перехода. Барьерная и диффузионная емкости перехода, зависимость барьерной и диффузионной емкости  $p$ - $n$ -перехода от прямого и обратного напряжения на нем.
3. Работа выпрямительного диода. ВАХ диода, уравнение ВАХ. Электрический и тепловой пробой. Особенности силовых диодов, процесс переключения силового диода. Расчет рабочего режима и сопротивления диода, Стабилитроны. Стабилизация напряжения с помощью стабилитрона. Выбор диода и стабилитрона. Светодиоды. Фотодиоды.
4. Устройство и принцип действия биполярного транзистора, основное уравнение, зависимость тока транзистора от напряжений на переходах. Режимы работы. Основные схемы включения транзистора, их особенности и свойства. Входные и выходные ВАХ транзистора. Первичные и вторичные параметры, определение  $h$ -параметров. Температурные и частотные свойства. Особенности силовых биполярных транзисторов. Составные транзисторы. Предельные эксплуатационные параметры.
5. Устройство и принцип действия полевых транзисторов. Работа полевых транзисторов с управляющим переходом, с встроенным каналом, с индуцированным каналом. Стоковые и стокзатворные ВАХ. Зависимость тока стока от напряжения на затворе. Основные и предельные эксплуатационные параметры. Особенности мощных полевых транзисторов (ДМДПТ, СИТ). Устройство и принцип действия биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT). Основные свойства и область применения.
6. Устройство и принцип действия тиристора. Устойчивость открытого и закрытого состояний тиристора. ВАХ и расчет рабочего режима. Способы отпирания и запираания. Работа и применение симистора. Особенности запираемых тиристоров. Предельные статические и динамические эксплуатационные параметры. Способы защиты и выбор тиристоров.

7. Особенности интегральных микросхем и силовых интегральных модулей.
8. Транзисторные усилители. Принцип действия усилительной ячейки. Схема биполярного резистивного каскада с общим эмиттером, назначение элементов каскада. Выбор точки покоя и стабилизация режима покоя каскада. Режим усиления, расчет коэффициента усиления. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики каскада. Особенности каскада с общим коллектором. Выбор точки покоя в каскадах на полевых транзисторах.
9. Особенности работы усилителей мощности классов А, В и АВ. Энергетические показатели. Усиление и искажения выходного сигнала в многокаскадных усилителях. Обратные связи в усилителях. Влияние обратной связи на характеристики усилителя.
10. Особенности усилителей постоянного тока. Схема дифференциального каскада, работа в режиме покоя и в режиме усиления. Устранение влияния обратной связи на коэффициент усиления. Входы и выходы каскада. Ослабление синфазного сигнала.
11. Особенности операционных усилителей. Инвертирующий и неинвертирующий ОУ. Разностный ОУ. Операционные схемы. Сумматор. Интегратор. Дифференциатор.
12. Работа цифрового транзисторного ключа. Коэффициент насыщения. Выходное напряжение при разной форме входного сигнала и разной степени насыщения. Переходные процессы включения и выключения ключа. Ключ с диодом Шоттки. Ключи на полевых транзисторах.
13. Работа компаратора. Сравнение напряжений и формирование импульсного выходного напряжения. Работа триггера Шмитта. Формирование гистерезисной характеристики.
14. Физические основы условий автогенерации колебаний в генераторах электрических сигналов. Работа LC-генератора, регулирование частоты колебаний. Работа RC-генератора и регулирование частоты колебаний.
15. Работа симметричного мультивибратора на ОУ, регулирование частоты колебаний. Несимметричный мультивибратор, регулирование длительности импульсов. Ждущий мультивибратор. Работа генератора линейно-изменяющегося напряжения на ОУ. Изменение длительности нарастания и спада напряжения ГЛИН.
16. Логические ИМС. Основные логические операции и соответствующие им логические элементы. Нахождение значения логической функции на выходе схемы, составленной из логических элементов. Принципы схем элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ транзисторно-транзисторной логики, схемы ИЛИ-НЕ эмиттерно-связанной логики, схемы И-НЕ МДП-логики на комплементарных транзисторах. Комбинированные логические ИМС. Принцип работы шифратора, дешифратора, мультиплексора, демультиплексора.
17. Триггеры. Работа асинхронного RS-триггера. Работа синхронного RS-триггера. Работа D-триггера. Работа T-триггера. Особенности JR-триггера.

Получение RS-триггера, D-триггера и Т-триггера на основе JР-триггера. Работа двоичного счетчика импульсов. Создание счетчика импульсов с другим коэффициентом счета методом принудительного насчета. Создание счетчика импульсов с другим коэффициентом счета методом принудительного сброса. Принципы построения и работа регистров памяти и сдвига.

18. Схемы источников вторичного электропитания. Работа выпрямителей по нулевой схеме и по мостовой схеме. Выходное напряжение, коэффициент пульсации, выбор вентиля. Особенности работы на емкостную нагрузку. Физический смысл сглаживания пульсации выходного напряжения выпрямителя С-фильтром, L-фильтром, транзисторным фильтром. Расчет параметров фильтра. Стабилизация напряжения параметрическим и компенсационным стабилизаторами. Расчет параметрического стабилизатора. Работа источника питания с многократным преобразованием энергии. Работа импульсного источника питания.
19. Особенности работы управляемых нулевого и мостового выпрямителей на активную и активно-индуктивную нагрузки. Выходное напряжение, регулирование напряжения, выбор вентиля. Влияние коммутационных процессов. Особенности работы трехфазных управляемых нулевого и мостового выпрямителей на активную и активно-индуктивную нагрузки. Выходное напряжение, коэффициент пульсации, регулирование напряжения, выбор вентиля, учет коммутационных процессов.
20. Особенности работы ведомых сетью инверторов. Физический смысл условий инвертирования энергии. Причины опрокидывания инвертора. Особенности работы автономного инвертора напряжения. Регулирование выходного напряжения. Особенности работы автономного инвертора тока. Назначение дросселя и конденсатора в схеме автономного инвертора тока.

### Пример экзаменационного билета

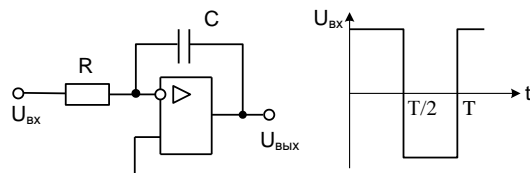
#### ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования:	Бакалавриат (бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки (специальность):	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника (код, название)
Профиль:	Электроснабжение (название)
Семестр:	4
Учебная дисциплина:	Промышленная электроника

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. В чем заключается различие между электронным и дырочным током в полупроводнике?
2. В чем заключается основное отличие мощных МДП-транзисторов?

3. При какой комбинации входных сигналов четырехразрядного дешифратора напряжение логической единицы появится на седьмом выходе?
4. В каком выпрямителе (однофазном или трехфазном) пульсации напряжения в нагрузке меньше и почему?
5. Определите, во сколько раз изменится коэффициент усиления  $K_U$  каскада с ОЭ и найдите его значение, если конденсатор  $C_3$  будет отключен (входное сопротивление каскада с обратной связью  $R_{BX} = \beta R_3$ ). Известны  $\beta = 40$ ,  $R_K = 5$  кОм,  $R_3 = 250$  Ом,  $h_{113} = 2$  кОм,  $R_H = 5$  кОм.
6. Нарисуйте график  $U_{ВЫХ}$  и определите его амплитуду, если  $U_{ВХ}$  имеет вид, показанный на рисунке, а  $R = 10$  кОм,  $C = 1$  мкФ, амплитуда напряжения  $U_{ВХ} = 5$  В и частота  $f = 1$  кГц.



Утверждено на заседании кафедры «Электромеханика и ТОЭ»  
протокол № 1 от 31 августа 2022 г.

Зав. кафедрой

Журавель Е.А. Экзаменатор

Васильев Л. А.

### 4.3 Критерии оценивания

**Текущий контроль** знаний студента очной формы обучения осуществляется путем контрольных опросов перед выполнением лабораторных работ, по результатам выполнения лабораторных работ; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, контрольной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Экзамен проводится письменно по билетам. В каждом билете содержатся 4 теоретические вопроса и 2 задачи. Максимальная оценка по билету составляет 100 баллов.

Таблица 4.1 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответы на вопросы и решение задач экзаменационного билета	вопрос 1	10
	вопрос 2	10
	вопрос 3	10
	вопрос 4	10
	задача 1	30
	задача 2	30
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе выполнения лабораторных работ. Правильный ответ на вопрос оценивается в 10 баллов. Если в ответе допущены неточности либо при неполном ответе, оценка уменьшается на 5 баллов. В случае неверного ответа на теоретический вопрос обучающийся получает за него ноль баллов.

Правильно решенная задача оценивается 30 баллов. Если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат, максимальная оценка уменьшается на 5 баллов. Если не указаны или неверно указаны единицы измерения физических величин, допущены погрешности в вычислениях, оценка снижается на 10 баллов. При неполном решении либо приведена неправильная схема измерения при правильных вычислениях, оценка уменьшается на 15 баллов. При неполном решении с ошибками в вычислениях оценка составляет 10 баллов. При отсутствии выполнения задания обучающийся получает ноль баллов.

Полученные баллы за ответы на вопросы и задачи билета суммируются, итоговая оценка выводится по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	отлично
80-89	B	хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	неудовлетворительно

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

На примере темы «Исследование тиристора»

Билет №1

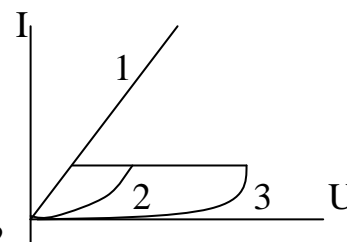
1. Укажите назначение тиристора:

- 1) усиление электрических сигналов;
- 2) коммутация электрической цепи;
- 3) выпрямление переменного тока;
- 4) ограничение электрических сигналов.

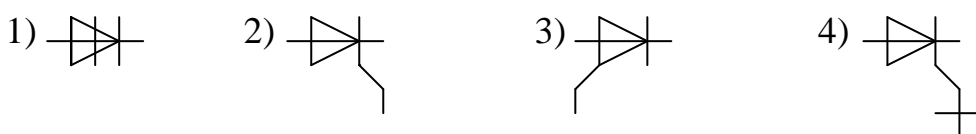
2. Какая из приведенных ВАХ соответствует открыванию тиристора по управляющему электроду?

3. При каких условиях запирается открытый тиристор?

- 1) при изменении знака напряжения в цепи;



- 2) при токе тиристора, меньшем тока удержания;
  - 3) при напряжении на нем, меньшем напряжения включения;
  - 4) при токе управления, равном нулю.
4. Какое напряжение называется максимально допустимым напряжением тиристора?
- 1) при котором тиристор переключается в открытое состояние при отсутствии тока управления;
  - 2) при котором наступает электрический пробой;
  - 3) меньшее из максимально допустимых прямого в закрытом состоянии и обратного напряжений;
  - 4) большее из максимально допустимых прямого в закрытом состоянии и обратного напряжений.
5. Как на электрических схемах обозначается запираемый тиристор?



## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I Основная литература*

1. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника : учебник для вузов / Ю. С. Забродин // 2-е изд., стер. – Москва : Альянс, 2014. – 496 с. – ISBN 987-5-903-034-34-5. URL: <http://opac.lib.tpu.ru> – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Миловзоров О.В. Электроника [Электронный ресурс] : учебник для прикладного бакалавриата / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. – 80 Мб. – Москва : Юрайт, 2018. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/20/cd9848.pdf> .

### *II Дополнительная литература*

3. Электроника : учебное пособие / А.Е. Немировский [и др.].. – Москва : Инфра-Инженерия, 2019. – 200 с. – ISBN 978-5-9729-0264-4. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/86670.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Федоров С.В. Электроника : учебник / Федоров С.В., Бондарев А.В. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 218 с. – ISBN 978-5-7410-1368-7. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/54177.html>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Бабакина Н.А. Современная промышленная электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н.А. Бабакина, М.П. Колесников ; С.-Пб. гос. политехн. ун-т и др.. – 36 Мб. – Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2013. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6720.pdf>



6. Электроника : учебное пособие / В. И. Никулин, Д. В. Горденко, С. В. Сапронов, Д. Н. Резеньков. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 198 с. – ISBN 978-5-4497-0520-4. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/94213.html> . – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – DOI: <https://doi.org/10.23682/94213>

7. Родыгин А.В. Силовая электроника : учебное пособие / Родыгин А.В.. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 72 с. – ISBN 978-5-7782-3289-1. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/91420.html> . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8. Крайний В.И. Основы электроники. Аналоговая электроника : учебное пособие / Крайний В.И., Семёнов А.Н.. – Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. – 182 с. – ISBN 978-5-7038-4806-7. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/110784.html> . – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

9. Промышленная электроника [Электронный ресурс]: конспект лекций: [учеб. пособие] / Л. А. Васильев; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электромеханики и ТОЭ. – Электрон. дан. (1 файл: 1,3 Мб). – Донецк: ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Режим доступа: через личный кабинет студента.

10. Лабораторный практикум по промышленной электронике [Электронный ресурс] : для студентов электротехнических профилей направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Ч. 1 / ГОУВПО «ДонНТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост. Л.А. Васильев. – Электрон. дан. (1 файл: 1,9 Мб). – Донецк : ДонНТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

11. Лабораторный практикум по промышленной электронике : для студентов электротехнических профилей направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Ч. 2 / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост. Л. А. Васильев. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

12. Сборник задач для индивидуальных заданий по промышленной электронике [Электронный ресурс] : для студентов электротехнических профилей направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост. Л. А. Васильев. – Донецк : ДОННТУ, 2019. – Систем. требования: Acrobat Reader.

13. Лабораторный практикум по дисциплине «Промышленная электроника» в виртуальной среде MULTISIM : для студентов электротехнических профилей направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электромеханики и ТОЭ ; сост. Л. А. Васильев. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. – Режим доступа: через личный кабинет студента.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Лекционные занятия:**

Учебная аудитория №8.308 учебный корпус 8, для проведения лекционных занятий (мультимедийное оборудование: ноутбук, операционная система Microsoft Windows XP, Libreoffice 5.3.4.(2017), мультимедийный проектор EPSON EB-S72, экран настенный ELIIES SCREENS M84WV-91; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты.). Возможность подключения к сети «Интернет».

### **2. Лабораторные работы:**

Лаборатория электрических измерений №8.306 учебный корпус 8 (специализированная мебель: доска аудиторная, парты, столы, шкафы), настольные лабораторные стенды по промышленной электронике 87Л-01, цифровые вольтметры, универсальные электронно-лучевые осциллографы.

### **7.3 Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).