



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Интернет вещей в промышленной электронике

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

25.01.2024 г., протокол № 6

Зав. кафедрой Усатый Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель Храмшин В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЭиМЭ, д-р. техн. наук

Петушков М.Ю. Петушков

Рецензент:

Директор СЦ ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг", канд. техн. наук Суспицын Е.С. Суспицын

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины (модуля) является: приобретение студентами теоретических сведений и практических навыков разработке и обслуживанию устройств силовой электроники

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Силовая электроника входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Для освоения дисциплины обучающийся должен владеть дисциплина-ми: «Информатика», «Машинные языки программирования», «Основы микропроцессор-ной техники».

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Силовая электроника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен проводить работы по наладке, настройке, регулировке и испытанию электронных средств и оборудования
ПК-4.1	Разрабатывает мероприятия по улучшению качества обслуживания электронных средств и электронных систем различного назначения.
ПК-4.2	Изучает режимы работы и условия эксплуатации электронного оборудования
ПК-4.3	Контролирует параметры надежности работы электронного оборудования, проводит тестовые проверки
ПК-5	Способен тестировать, обслуживать и обеспечивать бесперебойную работу электронных средств и электронных систем различного назначения
ПК-5.1	Осуществляет организацию и проведение профилактического и текущего ремонта электронного оборудования
ПК-5.2	Решает вопросы контроля полноты и качества проведения ремонтных работ
ПК-6	Способен организовать профилактическую работу электронного оборудования
ПК-6.1	Разрабатывает мероприятия по планированию порядка и последовательности проведения профилактических работ на электронном оборудовании
ПК-6.2	Контролирует полноту и качество проведения профилактических работ на электронном оборудовании



4.1 Преобразователи постоянного напряжения переменное	7	8	4		10	подготовка к лекциям	устный опрос	ПК-5.1, ПК- 5.2, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК- 4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
Итого по разделу		8	4		10			
5. Системы импульсно-фазового управления								
5.1 Системы импульсно- фазового управления вентильными	7	6	3		9	подготовка к лекциям	устный опрос	ПК-4.1, ПК- 4.3, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 6.1, ПК-6.2
Итого по разделу		6	3		9			
Итого за семестр		38	19		49		зао	
Итого по дисциплине		38	19		49		зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

Проведение лекционных занятий по дисциплине рекомендуется сопровождать с использованием мультимедийных презентаций, включающих в себя слайды различных схем, фотографий изделий, иллюстраций технологических процессов производств материалов и элементов электронной техники. Презентации способствуют структурированию лекций, экономии лекционного времени, затрачиваемого на построение схем и графиков на доске. Высвобожденное таким образом время целесообразно использовать для диалогового общения с группами студентов, включать в лекционные часы элементы практических занятий, проводить небольшие опросы с целью поддержания работоспособности студентов в течении всего курса.

На лекционные занятия приглашаются представители компаний, осуществляющих сервисное обслуживание электронного оборудования на ОАО «ММК». В ходе данных встреч заостряется внимание студентов на высокой ответственности инженеров - электроников в технологическом процессе металлургического предприятия, на важности правильного выбора изделий электронной техники и материалов, применяемых в специализированном оборудовании металлургических агрегатов.

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для самостоятельной работы каждого студента, показать студентам важность оформления полученных результатов работ в соответствии с ГОСТ и СТП предприятия.

Поэтому проведение лабораторных работ разделяется на следующие этапы:

1. Усвоение студентом целей и задач лабораторной работы, хода выполнения работы, приборов и элементов изучаемых в данной лабораторной работе. Данный этап работы каждый студент выполняет самостоятельно. Результатом самостоятельной работы является шаблон отчета выполнения работы, выполненный в электронном виде.

2. Перед выполнением работы преподаватель проверяет соответствие оформления шаблона отчета лабораторной работы на соответствие СТП и ГОСТ. Бегло проверяет у студентов глубину усвоения целей и задач лабораторной работы и хода выполнения работ. По результатам опроса студент может быть не допущен до выполнения лабораторной работы.

3. Выполнение студентами лабораторной работы. При выполнении лабораторных работ рекомендуются имитации нештатных ситуаций (намеренный выход из строя отдельных элементов схемы, например по превышению выделяемой мощности, измерение емкостей и индуктивностей номиналы которых заведомо не входят в диапазоны измерений приборов). Преодоление нештатных ситуаций формируют у студентов самостоятельность, стимулируют более глубокое усвоение материала.

4. Оформление отчета о выполнении лабораторной работы.

5. Защита результатов выполнения лабораторной работы. Защита лабораторной работы проводится индивидуально с каждым студентом в виде диалога. В ходе беседы обсуждаются результаты экспериментов, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Петушков М.Ю. Основы преобразовательной техники. Учебное пособие / Москва, Издательство Юрайт, 2022. -95 с.( Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/499042>
2. Петушков М.Ю. Автономные инверторы. Учебное пособие / Москва, Издательство Юрайт, 2021. -125 с. - (Высшее образование) URL: <https://urait.ru/bcode/496807>
3. Герман-Галкин С.Г., LabVIEW Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink.:Издательство "Лань", 2013,448 стр. Режим доступа [https://e.lanbook.com/book/36998?category\\_pk=935#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/36998?category_pk=935#book_name) - Загл. с экрана.
4. Федосов, В.П. Цифровая обработка сигналов в Labview [электронное издание]: учебное пособие/ Федосов, В.П., Нестеренко А.К.; под. ред. В.П. Федосова. – М.: ДМК Пресс. – 456 стр. - Режим доступа [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1090](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1090) - Загл. с экрана.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Зиновьев Г. С. Основы преобразовательной техники.- Новосибирск: ИЭТИ, 1981.- 115с.
2. Архангельский Н. Л., Курнышев Б. С., Литвинский А. Н. Характеристики и защита полупроводниковых преобразователей: Учебное пособие/ ИГЭУ: Иваново, 2000.- 96с.

### **в) Методические указания:**

1. Павельев К. И., Шишков В. И., Куленко М. С. Реверсивный управляемый выпрямитель с совместным управлением: Методические указания/ ИГЭУ, 1999.- 36с.
2. Павельев К. И., Шишков В. И., Куленко М. С. Реверсивный управляемый выпрямитель с раздельным управлением: Методические указания/ ИГЭУ, 1999.- 35с.
3. Павельев К. И., Курнышев Б. С., Куленко М. С., Шишков В. И. Тиристорный автономный инвертор напряжения: Методические указания/ ИГЭУ, 1999.- 28с.
4. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Анализ работы однополупериодного управляемого выпрямителя. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
5. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Исследование статических характеристик тиристорных преобразователей. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
6. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Устройства фазового управления тиристорами. Метод. разработка по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
7. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Особенности фазового регулирования переменного напряжения. Метод. указания к лаб.раб. по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. - Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.
8. Петушков М.Ю., Сарваров А.С. Исследование тиристорного преобразователя

в переходном процессе. Метод. указания к лаб. раб. по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов. Магнитогорск. МГТУ, 2016. – текст: непосредственный.

9. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Основы преобразовательной техники» для студентов специальности 210100. Петушков М.Ю., Валяева А.М., Завьялов Е.А. Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 42с. – текст: непосредственный.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-технического обеспечения включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Для чтения лекций: помещение и технические средства для демонстрации примеров и способов проектирования, видео фильмов и презентаций. Лекционная аудитория ауд. 458 Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Лаборатория преобразовательной техники и программированных технических средств №360 Лабораторные стенды с комплектом лабораторных работ

-Преобразовательная техника ПТ-2.

-Автономные преобразователи.

Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и специализированная ауд.373 Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области преобразовательной техники Multisim 11.1(EWB 5.12)

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

«Силовая электроника»

Задание для выполнения контрольной работы по курсу «Силовая электроника»

1. Исследование трехфазных инверторов тока

В работе предлагается исследовать трехфазные инверторы тока согласно варианта таблицы 3.1.

Исходными данными являются напряжение питания инвертора  $U_d=220$  В, выходная частота инвертора  $f=N*100/2$ , где N – последняя цифра года поступления.

В пакете Electronic Work Bench любой из версий собрать согласно заданного варианта силовую часть инвертора. В качестве сигнала управлениями вентилями можно применить блок управления рис.3.1. Для каждого из вентилях необходим индивидуальный блок управления отличающийся фазовым сдвигом в источнике питания и частотой управления вентилями.

Таблица 3.1.

Исходные данные работы

тип инвертора	параллельный	последовательный	последовательно-параллельный	выходной ток $I_{н(1)}$ , А
номер варианта	1	2	3	10
	4	5	6	50
	7	8	9	60
	10	11	12	70
	13	14	15	80
	16	17	18	100
	19	20	21	120
	22	23	24	150

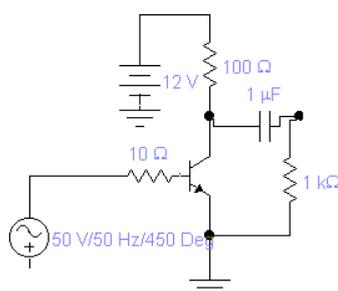


Рис. 3.1. Блок управления вентилями

1. Определить порядок работы вентилях, записать его.

2. Построить входную характеристику инвертора при  $\cos \varphi=0,6; 0,8; 1,0$ . Сравнить теоретические расчеты с данными полученными на модели. Результаты занести в таблицу отчета ( например в таблицу 3.2.)

Таблица 3.2.

Таблица отчета

№	1	2	3					
м одель								
р асчет								

3. Построить выходную характеристику инвертора при  $\cos \varphi=0,6; 0,8; 1,0$ . Сравнить теоретические расчеты с данными полученными на модели. Результаты занести в таблицу отчета.

4. Определить диапазон изменения величины нагрузки по п.2 и п.3.

5. При имитационном моделировании зарисовать осциллограммы напряжения: на входном дросселе  $L_d$ , на вентиле  $VS_1$ , на нагрузке и ток нагрузки.

#### Контрольные вопросы

6. Каковы основные особенности автономных инверторов тока (АИТ), автономных инверторов напряжения (АИН) и резонансных инверторов?

7. Каковы способы запираания вентиляей?

8. Поясните на рисунке временные диаграммы токов и напряжений однофазного и трехфазного АИТ.

9. Объясните ход входных и выходных характеристик АИТ.

10. Сравните выходные характеристики параллельного, последовательного и последовательно-параллельного АИТ и объясните их различие.

11. Определите среднее значение входного тока, тока вентиллях, напряжения на входе мостового АИТ и емкость коммутирующего конденсатора однофазного мостового АИТ ( $U_n=380$  В,  $I_n=10$  А,  $f=50$  Гц,  $\cos\varphi=0,5$ ).

12. Каковы способы регулирования выходного напряжения АИТ.

13. Объясните принцип работы АИТ с обратным выпрямителем и индуктивно-тиристорным преобразователем.

## 2. Исследование резонансных инверторов

В работе предлагается исследовать однофазные резонансные инверторы согласно варианта таблицы 5.1.

Исходными данными являются напряжение питания инвертора  $U_d=120$ В, выходная частота инвертора  $f=N*100/2$ , где  $N$  – последняя цифра года поступления.

В пакете Electronic Work Bench любой из версий собрать согласно заданного варианта силовую часть инвертора. В качестве сигнала управлениями вентилями можно применить блок управления рис.3.1. Для каждого из вентиляей необходим индивидуальный блок управления отличающийся фазовым сдвигом в источнике питания и частотой управления вентилями.

Таблица 5.1.

Исходные данные работы

тип резонансного инвертора	Последовательный с открытым входом	Последовательно-параллельный с открытым входом	С закрытым входом	С закрытым входом и обратными диодами	Выходной ток $I_{н(1)}$ , А
номер варианта	1	2	3	4	10
	5	6	7	8	50
	9	10	1	1	80
	13	14	1	1	100
	17	18	5	6	120

1. Определить порядок работы вентиля, записать его.
2. Построить входную характеристику инвертора при  $\cos \varphi=0,6; 0,8; 1,0$ . Сравнить теоретические расчеты с данными полученными на модели. Результаты занести в таблицу отчета ( на пример в таблицу 5.2.)

Таблица 5.2.

Таблица отчета

№	1	2	3					
модель								
расчет								

3. Построить выходную характеристику инвертора при  $\cos \varphi=0,6; 0,8; 1,0$ . Сравнить теоретические расчеты с данными полученными на модели. Результаты занести в таблицу отчета.
4. Определить диапазон изменения величины нагрузки по п.2 и п.3.
5. При имитационном моделировании зарисовать осциллограммы напряжения: на вентиле  $VS_1$ , на нагрузке и ток нагрузки.

#### Контрольные вопросы

1. В каких режимах работает последовательный одноконтурный инвертор с открытым входом без обратных диодов?
2. Поясните принцип работы резонансного инвертора с закрытым входом без обратных диодов. Какие недостатки имеет инвертор и как их устранить?
3. Каковы особенности резонансных инверторов с обратными диодами?
4. В каких случаях применяют многоячейковые резонансные инверторы?
5. Поясните временные диаграммы токов и напряжений однофазного мостового АИН на полностью управляемых вентилях.
6. Определите напряжение на нагрузке, максимальное значение тока управляемых вентилях, среднее значение тока источника питания, емкость конденсатора на входе мостового АИН ( $U_n=24$  В,  $r_n=60$  Ом,  $f=400$  Гц,  $L_n=3$  мГн).
7. Приведите алгоритмы получения одно- и двуполярных кривых выходного напряжения в однофазном АИН.

8. Какие вы знаете виды широтно-импульсной модуляции выходного напряжения АИН?

9. Какие вы знаете способы улучшения качества выходного напряжения АИН?

10. Приведите временные диаграммы токов и напряжений трехфазного мостового инвертора на полностью управляемых вентилях при угле проводимости тиристоров  $180^\circ$  и  $120^\circ$ . Как они зависят от коэффициента мощности нагрузки?

11. Определите напряжение на нагрузке, максимальное значение тока управляемых вентилях, среднее значение тока источника питания, емкость конденсатора на входе трехфазного мостового АИН при соединении нагрузки звездой и треугольником ( $U_n=40$  В,  $r_n=8$  Ом,  $f=400$  Гц,  $L_n=4$  мГн).

12. Определите действующее значение фазного и линейного напряжений на нагрузке, действующее значение напряжения первой гармоники трехфазного мостового АИН при работе на активно-индуктивную нагрузку и  $\lambda = 120^\circ$ ,  $U_d=40$  В  $\tau = \frac{\pi}{4}$ .

13. Приведите алгоритм работы тиристоров и форму выходного напряжения трехфазного мостового инвертора при широтно-импульсном регулировании выходного напряжения с помощью тиристоров инвертора ( $\lambda_B = 90^\circ$   $\lambda_D = 60^\circ$ ).

14. Приведите алгоритм работы тиристоров в трехфазном мостовом инверторе, при котором обеспечивается независимость кривой формы напряжения от параметров нагрузки (широтно-импульсное регулирование).

15. Объясните принцип работы схем АИН на тиристорах с межвентильной, пофазной, индивидуальной, групповой, общей и межфазной коммутацией.

16. Объясните накопление энергии в коммутирующем контуре. Каковы способы устранения этого явления?

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-4 Способен проводить работы по наладке, настройке, регулировке и испытанию электронных средств и оборудования		
ПК-4.1	Разрабатывает мероприятия по улучшению качества обслуживания электронных средств и электронных систем различного назначения.	<p>Вопросы и практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите структурные схемы мощных преобразовательных установок.</li> <li>2. Устройства защиты от перенапряжений в ТП.</li> <li>3. Групповое соединение преобразователей. Объясните назначение.</li> <li>4. Нормативы в электропитании устройств.</li> <li>5. Приведите перекрестную силовую схему реверсивного преобразователя.</li> <li>6. Приведите схему одного из устройств контроля проводящего состояния вентиля</li> </ol>
ПК-4.2	Изучает режимы работы и условия эксплуатации электронного оборудования	<p>Вопросы и практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Приведите противоположную силовую схему реверсивного преобразователя с отдельным управлением.</li> <li>8. Датчики диагностической информации. Требования и условия к ним.</li> <li>9. Приведите H-схему реверсивного преобразователя с отдельным управлением.</li> <li>10. Датчики диагностической информации. Их признаки.</li> <li>11. Способы ограничения равнительных токов в реверсивном преобразователе.</li> <li>12. Структура средств диагностирования преобразовательных установок.</li> </ol>
ПК-4.3	Контролирует параметры надежности работы электронного оборудования, проводит тестовые проверки	<p>Вопросы и практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. Классификация датчиков аварийного состояния моста.</li> </ol>

		<p>14. Приведите временные диаграммы поясняющие принцип вертикального управления при косинусоидальном изменяющимся опорном напряжении.</p> <p>15. Приведите схему двухпозиционного ЛПУ.</p> <p>16. Приведите временные диаграммы, поясняющие принцип вертикального управления при линейно изменяющемся опорном напряжении.</p> <p>17. Приведите схему ЛПУ автоколебательного типа.</p> <p>18. Приведите временные диаграммы поясняющие принцип горизонтального управления.</p>
<p>ПК-5 Способен тестировать, обслуживать и обеспечивать бесперебойную работу электронных средств и электронных систем различного назначения</p>		
ПК-5.1	<p>Осуществляет организацию и проведение профилактического и текущего ремонта электронного оборудования</p>	<p>Вопросы и практические задания:</p> <p>19. Бестоковая пауза при переключении групп.</p> <p>20. Приведите временную диаграмму линейного напряжения на выходе НПЧ при <math>\alpha = \text{const}</math>.</p> <p>21. Согласование характеристик выпрямительных групп.</p> <p>22. Достоинства и недостатки НПЧ.</p> <p>23. Приведите статический коэффициент усиления ТП по напряжению для :- 1. синусоидального опорного напряжения, 2.- для линейного опорного напряжения.</p> <p>24. Регулирование частоты в НПЧ. Верхний диапазон частоты.</p> <p>25. Свойства ТП как элемента системы регулирования.</p>
ПК-5.2	<p>Решает вопросы контроля полноты и качества проведения ремонтных работ</p>	<p>Вопросы и практические задания:</p> <p>26. Особенности нулевой схемы трехфазного НПЧ.</p> <p>27. Назначение синхронизации преобразователя с сетью.</p>

		<p>28. Приведите структурную схему силового высоковольтного ПЧ серии АТОЗ.</p> <p>29. Определить динамическую погрешность синхронизации для трехфазной мостовой схемы выпрямления.</p> <p>30. Принципы построения НПЧ-АД</p>
ПК-6 Способен организовать профилактическую работу электронного оборудования		
ПК-6.1	Разрабатывает мероприятия по планированию порядка и последовательности проведения профилактических работ на электронном оборудовании	<p>Вопросы и практические задания:</p> <p>31. Приведите характеристики ТП при углах управления <math>\alpha=90^{\circ}</math>, <math>\alpha=120^{\circ}</math>.</p> <p>32. Учет падения напряжения на вентилях при построении внешней характеристики</p> <p>33. Обоснуйте длительность управляющих импульсов ТП.</p> <p>34. Приведите временную диаграмму уравнивающего тока в ТП при совместном управлении.</p> <p>35. К чему приводит асимметрия управляющих импульсов в ТП.</p>
ПК-6.2	Контролирует полноту и качество проведения профилактических работ на электронном оборудовании	<p>Вопросы и практические задания:</p> <p>36. Что представляет собой непрерывный и прерывающийся ток нагрузки в преобразователе типа А.</p> <p>37. Разъясните преимущества и недостатки инвертора тока перед инвертором напряжения.</p> <p>38. Какие помехи в цепи источника питания могут нарушить работоспособность чувствительного оборудования.</p> <p>39. Для чего используется широтно-импульсный модулятор в инверторе.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание

учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.