

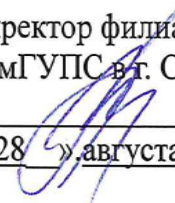
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Чирикова Лилия Ивановна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 08.05.2021 18:27:38  
Уникальный программный ключ:  
750e77999bb0631a45cbf7b4a579c1095bcef032814fee919138f73a4ce0cad5

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**  
**(СамГУПС)**

Филиал СамГУПС в г. Саратове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала  
СамГУПС в г. Саратове

 /Чирикова Л.И./  
« 28 » августа 2020 г.

## Б1.В.10

# Электронные преобразователи электроподвижного состава

### рабочая программа дисциплины (модуля)

год начала подготовки (по учебному плану) 2019

актуализирована по программе 2020

|                  |   |
|------------------|---|
| Кафедра          | <b>Инженерные, гуманитарные, естественнонаучные и общепрофессиональные дисциплины</b> |
| Специальность    | <b>23.05.03 Подвижной состав железных дорог</b>                                       |
| Специализация    | <b>Электрический транспорт железных дорог</b>   |
| Квалификация     | <b>Инженер путей сообщения</b>  |
| Форма обучения   | <b>Заочная</b>  |
| Объем дисциплины | <b>8 ЗЕТ</b>  |

Саратов 2020



|              |  |  |  |  |  |  |  |  |            |            |  |  |            |            |
|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|------------|------------|--|--|------------|------------|
| Контроль     |  |  |  |  |  |  |  |  | 10,4       | 10,4       |  |  | 10,4       | 10,4       |
| Сам. работа  |  |  |  |  |  |  |  |  | 249,5      | 249,5      |  |  | 249,5      | 249,5      |
| <b>ИТОГО</b> |  |  |  |  |  |  |  |  | <b>288</b> | <b>288</b> |  |  | <b>288</b> | <b>288</b> |

### 3.3. Формы контроля и виды самостоятельной работы обучающегося

| Форма контроля     | Курс | Нормы времени на самостоятельную работу обучающегося |                                      |
|--------------------|------|--|--------------------------------------|
|                    |      | Вид работы   | Нормы времени, час                   |
| Экзамен            | 5    | Подготовка к лекциям                                 | 0,5 часа на 1 час аудиторных занятий |
|                    |      | Подготовка к практическим/ лабораторным занятиям     | 1 час на 1 час аудиторных занятий    |
| Зачет              | 5    | Подготовка к зачету                                  | 9 часов (офо)                        |
| Курсовой проект    |      | Выполнение курсового проекта                         | 72 часа                              |
| Курсовая работа    | 5    | Выполнение курсовой работы                           | 36 часов                             |
| Контрольная работа |      | Выполнение контрольной работы                        | 9 часов                              |
| РГР                |      | Выполнение РГР                                       | 18 часов                             |
| Реферат/эссе       |      | Выполнение реферата/эссе                             | 9 часов                              |

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем  | Вид занятия | Семестр / курс | К-во ак.часов | Компетенции | Литература                           | Часы в интерактивной форме |               |
|-------------|--|-------------|----------------|---------------|-------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------|
|             |  |             |                |               |             |                                      | К-во ак.часов              | Форма занятия |
|             | <b>Раздел 1. Основные сведения об электронных преобразователях ЭПС</b>   |             |                |               |             |                                      |                            |               |
| 1.1         | Основные силовые полупроводниковые приборы (СПП), применяемые для построения преобразовательной техники ЭПС, их характеристики, параметры и конструкция  | /Лек/       | 5              | 2             | ПКС-7       | Л1.1, Л2.1, Э1                       |                            |               |
| 1.2         | Конструктивное исполнение силовых полупроводниковых приборов (блоков)  | /Пр/        | 5              | 5             | ПКС-7       | Л1.1, Л2.3, Э1, Э2                   |                            |               |
| 1.3         | Исследование характеристик силовых полупроводниковых приборов  | Ср          | 5              | 8             | ПКС-7       | Л1.1, Л1.4, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Э2, Э3 |                            |               |
| 1.4         | Силовые полупроводниковые преобразователи ЭПС. Назначение и классификация преобразователей. Назначение выпрямителей: их структурные элементы. Принцип выпрямления. Классификация выпрямителей. | /Лек/       | 5              | 2             | ПКС-7       | Э1, Э2, Э3, М1                       |                            |               |
| 1.5         | Варианты компоновки силовых схем ЭПС с на базе электронных преобразователей  | Ср          | 5              | 10            | ПКС-7       | Л1.1, М1                             |                            |               |
| 1.6         | Исследование структуры электронных преобразователей для управления режимами работы тяговых двигателей  | Ср          | 5              | 6             | ПКС-7       | Л1.1, М1 Э1                          |                            |               |

|      |  |       |   |      |       |                                     |  |  |
|------|--|-------|---|------|-------|-------------------------------------|--|--|
|      | Методы анализа электромагнитных процессов в выпрямительных установках и принимаемые допущения. Соотношения между токами и напряжениями. Влияние индуктивности в цепях преобразователя. Коммутация токов в преобразователях с управляемыми СПП.   | /Лек/ | 5 | 2    | ПКС-7 |                                     |  |  |
|      | <b>Раздел 2. Выпрямители</b>   |       |   |      |       |                                     |  |  |
| 2.1  | Однофазные схемы выпрямления. Регулирование выпрямленного напряжения с помощью управляемых СПП. Токи короткого замыкания   | /Лек/ | 5 | 2    | ПКС-7 | Л1.1, Л1.2, Л1.4, Э5                |  |  |
| 2.2  | Расчет характеристик управляемого выпрямителя  | /Пр/  | 5 | 2    | ПКС-7 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Э3                |  |  |
| 2.3  | Однофазные двухпульсовые неуправляемые схемы выпрямления   | /Лаб/ | 5 | 2    | ПКС-7 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Э1, Э2            |  |  |
| 2.4  | Трехфазные схемы выпрямления. Коэффициент мощности выпрямителей и способы его повышения. Коэффициент полезного действия выпрямителя  | Ср    | 5 | 8    | ПКС-7 | Л1.1, Э2, Э3                        |  |  |
| 2.5  | Расчет и выбор параметров плеч преобразователя   | Ср    | 5 | 10   | ПКС-7 | Л1.1, Л2.2, Э1, Э3                  |  |  |
| 2.6  | Однофазные двухпульсовые управляемые схемы выпрямления   | /Лаб/ | 5 | 2    | ПКС-7 | Л1.1, -Л1.3, Л2.1, Л2.2, Э1, Э2, Э3 |  |  |
| 2.7  | Преобразователи с принудительной коммутацией. Импульсное регулирование напряжения в выпрямителях с принудительной коммутацией, их характеристики и энергетические показатели. Преобразователи частоты: конструкция, электромагнитные процессы, характеристики. Выбор параметров схем с естественной и принудительной коммутацией | /Лек/ | 5 | 2    | ПКС-7 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, М1, Э3            |  |  |
| 2.8  | Расчет энергетических показателей выпрямителя  | /Пр/  | 5 | 2    | ПКС-7 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л1.3, М1, Э5      |  |  |
| 2.9  | Трехфазные схемы выпрямления   | /Лаб/ | 5 | 2    | ПКС-7 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, М1, Э5, Э6        |  |  |
| 2.10 | Расчет параметров элементов цепей управления преобразователем  | Ср.   | 5 | 10,5 | ПКС-7 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, М1, Э2, Э3        |  |  |

|     |   |       |   |    |       |   |  |  |
|-----|---|-------|---|----|-------|---|--|--|
|     | <b>Раздел 3. Инверторы.<br/>Импульсные преобразователи</b>  |       |   |    |       |   |  |  |
| 3.1 | Классификация инверторов. Условия, необходимые для реализации инвертирования тока преобразователями: уровни напряжения, полярность, оснащение управляемыми СПП. Энергетические соотношения при переходе от выпрямительного режима к инверторному. Процесс коммутации в зависимом инверторе. Аварийные процессы в инверторных преобразователях. Коэффициент мощности зависимого инвертора. Схемы управления инверторными преобразователями | Ср    | 5 | 8  | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4,<br>Л.2.5, Л2.6    |  |  |
| 3.2 | Расчет основных параметров и характеристик зависимых инверторов   | /Пр/  | 5 | 2  | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6 М4 |  |  |
| 3.3 | Трехфазный инвертор, ведомый сетью  | /Лаб/ | 5 | 2  | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6    |  |  |
| 3.4 | Автономные инверторы тока и напряжения. Способы включения коммутирующей емкости. Автономные инверторы напряжения с отдельной емкостью (с двухступенчатой коммутацией)   | Ср    | 5 | 6  | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6    |  |  |
| 3.5 | Расчет основных параметров и характеристик независимых инверторов   | Ср    | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.1 Л1.6<br>Л1.7 Л1.8<br>Э1            |  |  |
| 3.6 | Однофазный (мостовой) инвертор с симметричным управлением   | Ср    | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.1 Л1.6<br>Л1.7 Л1.8<br>Э1            |  |  |
| 3.7 | Регулирование частоты и уровня напряжения автономных инверторов при питании короткозамкнутых асинхронных двигателей. Параметры основных элементов автономных инверторов с отдельной емкостью. Системы управления инверторами  | Ср    | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.1 Л1.6<br>Л1.7 Л1.8<br>Э1            |  |  |
| 3.8 | Преобразователи частоты /Пр/  | Ср    | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.1 Л1.6<br>Л1.7 Л1.8                  |  |  |

|      |   |    |   |    |       |  |  |  |
|------|---|----|---|----|-------|--|--|--|
| 3.9  | Преобразователи частоты /Пр/  | Ср | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.6 Л1.7<br>Л1.8<br>Э1                    |  |  |
| 3.10 | Структура импульсных преобразователей постоянного тока. Классификация способов регулирования выходного напряжения. Схемы импульсных прерывателей, коммутационные процессы в них. Роль входного и выходного фильтров. Схемы преобразователей с пониженным выходным напряжением       | Ср | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.1 Л1.6<br>Л1.7 Л1.8<br>Э1               |  |  |
| 3.11 | Схемные решения импульсных преобразователей ЭПС   | Ср | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.6 Л1.7<br>Л1.8<br>Э1                    |  |  |
|      | <b>Раздел 4. Системы управления электронными преобразователями. Аварийные режимы работы преобразователей</b>  |    |   |    |       |  |  |  |
| 4.1  | Требования, предъявляемые к устройствам управления преобразователями. Принцип построения систем управления. Электронные системы управления выпрямителями и инверторами, применяемыми в устройствах электрической тяги   | Ср | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6       |  |  |
| 4.2  | Исследование работы преобразователя 4Qs   | Пр | 5 | 2  | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6       |  |  |
| 4.3  | Отказы СПП и преобразователей. Учет перегрузочной способности СПП при проектировании и эксплуатации преобразователей. Диагностика и обслуживание. Основные правила техники безопасности при обслуживании преобразователей ЭПС. Перспективы развития преобразовательной техники ЭПС. | Ср | 5 | 10 | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6       |  |  |
| 4.4  | Исследование аварийных режимов работы преобразователей  | Ср | 5 | 8  | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6       |  |  |
| 4.5  | Исследование аварийных режимов работы преобразователей  | Ср | 5 | 8  | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6       |  |  |
| 4.6  | Особенности реализации схемных решений преобразователей ЭПС   | Ср | 5 | 8  | ПКС-7 | Л1.5, Л1.6,<br>Л.2.4, Л.2.5,<br>Л2.6 Э1-Э3 |  |  |
|      | <b>Раздел 5. Подготовка к занятиям</b>  |    |   |    |       |  |  |  |

|     |                                    |     |   |    |       |  |  |  |
|-----|------------------------------------|-----|---|----|-------|--|--|--|
| 5.1 | Подготовка к лекциям               | Ср. | 5 | 8  | ПКС-7 | Л1.1 – Л1.8,<br>Л2.1 – Л2.8,<br>М1-М6<br>Э1 – Э8 |  |  |
| 5.2 | Подготовка к практическим занятиям | Ср. | 5 | 8  | ПКС-7 | Л1.1 – Л1.8,<br>Л2.1 – Л2.8,<br>М1-М6            |  |  |
| 5.3 | Выполнение курсовых работ          | Ср. | 5 | 36 | ПКС-7 | Л1.1 – Л1.8,<br>Л2.1 – Л2.8,<br>М1-М6            |  |  |
| 5.4 | Подготовка к лабораторным занятиям | Ср. | 5 | 8  | ПКС-7 | Л1.1 – Л1.8,<br>Л2.1 – Л2.8,<br>М1-М6<br>Э1 – Э8 |  |  |
| 5.5 | Подготовка к зачету                | Ср. | 5 | 9  | ПКС-7 | Л1.1 – Л1.8,<br>Л2.1 – Л2.8,<br>М1-М6<br>Э1 – Э8 |  |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

Основными этапами формирования компетенций в рамках дисциплин выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем учебных занятий), которые отражены в разделе 4.

#### Матрица оценки результатов обучения по дисциплине

| Код компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели оценивания компетенций) | Оценочные средства/формы контроля |          |       |         |
|-----------------|---|-----------------------------------|----------|-------|---------|
|                 |   | Отчет по лаб. работам             | Контроль | Зачет | Экзамен |
| ПКС-7           | знает   |                                   |          | +     | +       |
|                 | умеет   | +                                 | +        |       | +       |
|                 | владеет   | +                                 | +        | +     |         |

### 5.2 Показатели и критерии оценивания компетенций

#### Критерии формирования оценок по выполнению практических работ

Оценка «отлично» (5 баллов) ставится в том случае, если обучаемый:

- а) выполнил лабораторную работу или практическое занятие в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения работ;
- б) самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для работы необходимые измерительные шаблоны и инструменты, все работы провел в условиях, обеспечивающих получение требуемых результатов;
- в) в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы и рисунки, сделал выводы;
- г) соблюдал требования безопасности труда.

Оценка «хорошо» (4 балла) ставится в том случае, если выполнены требования к оценке «отлично», но:

- а) работа проводилась не в той последовательности, которая рекомендовалась в методических указаниях, и заняла больше времени, чем предусматривалось планом занятия;
- б) или было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки, не влияющей на конечные выводы, и одного недочета.

Оценка «удовлетворительно» (3 балла) ставится, если: работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе измерения были допущены следующие ошибки:

- а) проектирование проводилось нерациональным способом, что привело к получению результатов за большее время;
- б), или в отчете были допущены в общей сложности не более двух негрубых ошибок (в записях, таблицах, рисунках), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на качество выполнения,
- в) или работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.

Оценка «неудовлетворительно» (0 баллов) ставится в том случае, если:

- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов,
- б) или измерение параметров объектов исследования производились неправильно,
- в) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3»,
- г) когда обучаемый не соблюдал требований безопасности труда.

#### Критерии формирования оценок по выполнению лабораторных работ (пятибалльная шкала оценивания)

**«Отлично» (5 баллов) – высокий уровень формирования компетенции,** ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, в отчете содержатся ответы на все контрольные вопросы.

**«Хорошо» (4 балла) – продвинутый уровень формирования компетенции,** ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**«Удовлетворительно» (3 балла) - базовый уровень формирования компетенции,** ставится за работу, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Неудовлетворительно» (0, 1, 2 балла) – компетенция не сформирована,** ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

#### **Критерии формирования оценок по выполнению контрольной работы**

**«Зачтено»»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения контрольной работы. Обучающийся полностью владеет информацией, представленной в контрольной работе, терминологией, нормативными документами. Свободно ориентируется в вопросах классификации, особенностях конструкции и технико-экономических параметрах нетягового подвижного состава. Способен провести анализ полученных результатов при выполнении контрольной работы.

**«Не зачтено»»** - ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы, использовал при выполнении работы устаревшую нормативную базу и литературу, допустил в работе грубые ошибки.

#### **Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий**

**(пятибалльная шкала оценивания)**

**«Отлично» (5 баллов) – высокий уровень формирования компетенции,** получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объема заданных тестовых вопросов.

**«Хорошо» (4 балла) – продвинутый уровень формирования компетенции,** получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 89 – 70% от общего объема заданных тестовых вопросов.

**«Удовлетворительно» (3 балла) - базовый уровень формирования компетенции,** получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 69 – 60% от общего объема заданных тестовых вопросов.

**«Неудовлетворительно» (0, 1, 2 балла) – компетенция не сформирована,** получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 59% и менее от общего объема заданных тестовых вопросов.

#### **Критерии формирования оценок по зачету**

**«Зачтено»»** - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

**«Не зачтено»»** - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки

#### **Критерии формирования оценок по экзамену**

**(пятибалльная шкала оценивания)**

**«Отлично» (5 баллов) – высокий уровень формирования компетенции,** получает обучающийся, который демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умеет излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

**«Хорошо» (4 балла) – продвинутый уровень формирования компетенции,** получает обучающийся, который демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом, данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

**«Удовлетворительно» (3 балла) - базовый уровень формирования компетенции** получает обучающийся, который демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

**«Неудовлетворительно» (0, 1, 2 балла) – компетенция не сформирована,** выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

### **5.3 Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тесты составлены отдельно по каждому модулю (разделу), а также составлен итоговый тест по всему курсу, в котором

случайным образом отбираются вопросы из каждого модуля (раздела) курса. Тесты составлены в виде вопроса и



нескольких вариантов ответа с различными вариантами ответа: единственный выбор ответа, множественный выбор, в свободной форме, ответ на соответствие.

Обучающийся выполняет курсовую работу, которая рассматривает вопросы расчета параметров и характеристик преобразователей ЭПС.

#### **Вопросы к зачету**

1. История развития силовой электроники ЭПС
2. Сущность и работа p-n перехода.
3. Полупроводниковые материалы и их свойства.
4. Классификация силовых полупроводниковых приборов (СПП), их обозначения на электрических схемах
5. Коммутационные процессы, протекающие в полупроводниковых приборах
6. Диоды: классификация, конструкция, характеристики.
7. Тиристоры: классификация, конструкция, характеристики.
8. Транзисторы: классификация, конструкция, характеристики.
9. Биполярный транзистор, работа биполярного транзистора
10. Униполярные транзисторы, работа и характеристики
11. Последовательное и параллельное соединение полупроводниковых приборов
12. Отличительные особенности СПП различных фирм-производителей, применяемых на ЭПС
13. Электронные преобразователи: классификация, конструкция, основы функционирования
14. Методы анализа электромагнитных процессов в электронных преобразователях ЭПС
15. Выпрямители: классификация, конструкция, характеристики.
16. Нулевые и мостовые схемы выпрямления
17. Соотношения между токами и напряжениями в различных схемах выпрямления
18. Внешние характеристики выпрямителей
19. Регулировочные характеристики выпрямителей
20. Двухпульсовая нулевая и мостовая схемы выпрямления. Основные соотношения токов и напряжений.
21. Шестипульсовая схема выпрямления, работа и основные параметры
22. Двенадцатипульсовая схема выпрямления. Особенности работы
23. Однофазные управляемые схемы выпрямителей
24. Трехфазные управляемые схемы выпрямителей
25. Коммутация тока в неуправляемых выпрямителях.
25. Коммутация тока в управляемых выпрямителях

#### **Вопросы к экзамену**

1. Неуправляемые полупроводниковые приборы
2. Управляемые полупроводниковые приборы и их характеристики
3. Управляемые полупроводниковые приборы, угол регулирования
4. Вольтамперные характеристики СПП
5. Условия запираания тиристора, угол управления
6. Статический режим усиления транзистора. Рабочая точка.
7. Работа транзисторов в ключевом режиме. Элементы импульсных схем на транзисторах
8. Перспективные СПП – возможности применения на ЭПС
9. Влияние индуктивности цепи выпрямленного тока
10. Пульсации в схемах выпрямителей, способы борьбы с ними
11. Коэффициент мощности и полезного действия выпрямителей
12. Классификация инверторов. Условия, необходимые для режима инвертирования с помощью статистических преобразователей.
13. Конструктивное выполнение и технические данные мощных тиристоров.
14. Преобразователи с частотно-импульсным регулированием напряжения. Принцип действия, назначение.
15. Коэффициент мощности инвертора. Способы его повышения.
13. Характеристики инвертора.
14. Коммутация тока в зависимом инверторе. Внешняя характеристика инвертора.
15. Статический режим усиления транзистора. Рабочая точка.
16. Обеспечение устойчивой работы зависимого инвертора. Ограничительная характеристика.
17. Классификация и конструктивное исполнение транзисторов.
18. Выпрямительно-инверторные преобразователи. Схемные решения для ЭПС.
19. Работа транзисторов в ключевом режиме. Элементы импульсных схем на транзисторах.
20. Автономные инверторы. Назначение. Принцип действия.
21. Регулирование частоты и уровня напряжения автономных инверторов
22. Однофазный автономный инвертор напряжения
23. Однофазные инверторы тока, принцип работы
24. Многофазный инвертор напряжения

25. Многофазный инвертор тока, принцип работы и основные характеристики
26. Принцип действия однотактного транзисторного инвертора с прямым включением выпрямительного диода (с внешним управлением).
27. Принцип действия однотактного транзисторного инвертора с обратным включением выпрямительного диода (с внешним управлением).
28. Принцип действия мостового транзисторного инвертора напряжения с внешним управлением.
29. Принцип действия полумостового транзисторного инвертора напряжения с внешним управлением.
30. Принцип действия транзисторного инвертора напряжения со средней точкой трансформатора.
25. Система управления транзисторных инверторов напряжения.
26. Принцип действия тиристорного инвертора.
31. Преобразователи частоты, принцип работы, формирование выходных величин
32. Непосредственные преобразователи частоты
33. Способы импульсного регулирования напряжения, принцип работы
34. Принудительная коммутация в импульсных преобразователях
35. Принципиальная схема импульсного регулирования напряжения в режиме тяги
36. Принципиальная схема импульсного регулирования напряжения в режиме электрического торможения
37. Виды и причины отказов СПП и статических преобразователей.
38. Способы повышения эксплуатационной надежности электронных преобразователей ЭПС
39. Регулирование частоты и уровня напряжения автономных инверторов при питании асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.
40. Тиристоры. Физические процессы в них. Вольтамперные характеристики. Способы отпирания и запираания.
41. Преобразователи частоты и их применение при регулировании режимов работы трехфазных двигателей.
42. Параллельное и последовательное соединение тиристоров.
43. Понижающие преобразователи частоты. Принцип действия, назначение.
44. Классификация полупроводниковых диодов; основные параметры полупроводниковых вентиляей;
45. Основные характеристики транзисторов и их схемы включения;
46. Принципы и схемы выпрямления переменного тока;
47. Коэффициент мощности и полезного действия выпрямителей;
48. Принцип импульсивного регулирования напряжения постоянного тока;
49. Импульсивное регулирование напряжения при рекуперативном торможении;
50. Структурные варианты компоновки принципиальных силовых схем ЭПС постоянного тока
51. Структурные варианты компоновки принципиальных силовых схем ЭПС переменного тока
52. Структурные варианты компоновки принципиальных силовых схем ЭПС двойного питания
53. Особенности управления электронными преобразователями ЭПС в режиме тяги
54. Особенности управления электронными преобразователями ЭПС в режиме электрического торможения
55. Системы управления электронными преобразователями ЭПС
56. Методы управления, реализуемые в системах управления электронными преобразователями ЭПС
57. Четырехквadrантный преобразователь: принцип действия, упрощенная схема, алгоритм функционирования
58. Состояние и перспективы развития электронной техники и преобразователей ЭПС.

#### **5.4 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

##### **5.4.1. Отчет по лабораторным работам**

Отчет обучающегося по практической работе заключается в контроле выполнения задания и ответах на три вопроса. При правильных ответах умение обучающегося оценивается положительно; в случае неточного ответа задается один дополнительный вопрос по этой же теме; в случаях неправильных ответах обучающемуся предлагается повторить изучение методических указаний к практическим занятиям и вновь ответить на эти же вопросы. Отчет оценивается по шкале, приведенной в п. 5.2.

Отчет обучающегося по лабораторным работам заключается в проверке отчетов по лабораторным работам и ответах обучающегося на вопросы. При правильных ответах умение обучающегося оценивается положительно; в случае неточного ответа задается один дополнительный вопрос по этой же теме; в случаях неправильных ответов обучающемуся предлагается повторить изучение методических указаний для выполнения лабораторных работ и вновь ответить на вопросы. Отчет оценивается по шкале, приведенной в п. 5.2.

##### **5.4.2. Контрольная работа**

Выполненная студентом контрольная работа передается на кафедру для проверки ведущим преподавателем. По результатам проверки преподаватель принимает решение о допуске к защите или о необходимости доработки контрольной работы. После доработки контрольная работа проверяется повторно. Отчет и защита обучающегося по контрольной работе проводится перед итоговым тестированием или экзаменом. Оценивается контрольная работа согласно критериям, описанным в п. 5.2.

##### **5.4.3. Тестирование**

Тесты составлены отдельно к каждой лекции, включают вопросы по лабораторным и практическим работам (не менее 10 тестовых заданий). По каждому разделу дисциплины составлены промежуточные итоговые тесты. Итоговый тест по всему курсу содержит не менее пяти случайным образом отобранных заданий по каждой лекции (соответствующим лабораторным работам). Выполнение тестовых заданий оценивается по шкале, приведенной в п. 5.2.

##### **5.4.4. Зачет**

К зачету допускаются обучающиеся, успешно отчитавшиеся по практическим занятиям, сдавшие письменные отчеты по этим видам работ, успешно выполнившие расчетно-графические работы и прошедшие тестирование. Процедура оценивания «Зачет» проводится в форме устного ответа как минимум два вопроса, из перечисленных в разделе 5.3. При этом обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося по не должен превышать 0,25 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в разделе 5.2.

#### 5.4.5. Экзамен

К экзамену допускаются обучающиеся, предоставившие конспект лекций (теоретического материала), отчитавшиеся по практическим и лабораторным работам, сдавшие письменные отчеты по этим видам работ, получившие оценку «зачтено» по контрольной работе и прошедшие итоговое тестирование с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – не менее 60% от общего объема заданных тестовых вопросов. При балльной оценке лабораторных работ для допуска к экзамену необходимо получать в баллах оценки "3" или более по каждому виду работ. Ответы на экзамене оцениваются по критериям, приведенным в п. 5.2.

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

#### 6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие  | Издательство, год  | Кол-во        |
|------|---|---|--|---------------|
| Л1.1 | ред. Иньков Ю. М., Ковалев Ф. И.  | Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава: учеб. пособие для вузов                             | М.: УМЦ по образов. на ж.-д. трансп., 2011                     | ЭБС «УМЦ ЖДТ» |
| Л1.2 | ред. Зарифьян А. А.   | Асинхронный тяговый привод локомотивов: учебное пособие для вузов   | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2013 | ЭБС «УМЦ ЖДТ» |
| Л1.3 | Пегов Д. В., Евстафьев А. М., Мазнев А. С., Васильев В. А., Сычугов А. Н. | Устройство и эксплуатация высокоскоростного наземного транспорта: учебное пособие для специалистов                      | УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2014         | ЭБ «УМЦ ЖДТ»  |
| Л1.4 | под ред. Киселева И. П.   | Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс. В 2 т. Т. 1.: учебное пособие для вузов                         | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2014 | ЭБ «УМЦ ЖДТ»  |
| Л1.5 | под ред. Киселева И. П.   | Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс. В 2 т. Т. 2.: учебное пособие для вузов                         | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2014 | ЭБ «УМЦ ЖДТ»  |
| Л1.6 | Кулинич Ю. М.   | Электронная преобразовательная техника: учебное пособие для специалистов  | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2015 | ЭБ «УМЦ ЖДТ»  |
| Л1.7 | Бурков А. Т.  | Электроника и преобразовательная техника. В 2 т. Т. 1. Электроника: учебник для специалистов                            | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2015 | ЭБ «УМЦ ЖДТ»  |
| Л1.8 | Бурков А.Т.   | Электроника и преобразовательная техника. В 2 т. Т. 2. Электронная преобразовательная техника: учебник для специалистов | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2015 | ЭБ «УМЦ ЖДТ»  |

##### 6.1.2 Дополнительная литература

|      | Авторы,              | Заглавие  | Издательство, год  | Кол-во       |
|------|----------------------|---|--|--------------|
| Л2.1 | ред. Худоногов А. М. | Проектирование привода вспомогательных механизмов ЭПС с асинхронным двигателем: учебное пособие для вузов | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2011 | ЭБ «УМЦ ЖДТ» |

|             |  |   |  |              |
|-------------|--|---|--|--------------|
| <b>Л2.2</b> | Худоногов А. М.,<br>Худоногов И. А.,<br>Лыткина Е. М.,<br>Худоногова А. Н. | Основы электропривода технологических установок с асинхронным двигателем: учебное пособие для специалистов        | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2014 | ЭБ «УМЦ ЖДТ» |
| <b>Л2.3</b> | Соломин В. А.,<br>Замшина Л. Л.,<br>Соломин А. В.                          | Линейные асинхронные тяговые двигатели для высокоскоростного подвижного состава и их математическое моделирование | Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2015 | ЭБ «УМЦ ЖДТ» |

### 6.2 Методические разработки

|            | Авторы, составители                             | Заглавие  | Издательство, год      | Кол-во                   |
|------------|---|---|------------------------|--------------------------|
| <b>М 1</b> | Тычков А. С.,<br>Ефимов Н. А.,<br>Карягин С. И. | Электронные преобразователи электроподвижного состава (ЭПС): метод. указ. к вып. лаб. работ для студ. спец. 190303 "ЭТЖД" очн. и заоч. форм обуч.   | Самара: СамГУП С, 2010 | ЭИ в локальной сети вуза |
| <b>М2</b>  | Тычков А. С.,<br>Калякулин А. Н.                | Электронные и электромеханические системы управления электрическими машинами высокоскоростного транспорта: метод. указ. к вып. курс. работы для обуч. по спец. 23.05.03 Подвижной состав ж. д., специализ. Высокоскоростной наземный трансп. очн. формы обуч. | Самара: СамГУП С, 2017 | ЭИ в локальной сети вуза |

### 6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|           | Наименование ресурса   | Эл. адрес   |
|-----------|--|---|
| <b>Э1</b> | Электронные образовательные ресурсы дисциплины «Электронные преобразователи электроподвижного состава» | <a href="http://do.samgups.ru/moodle/">http://do.samgups.ru/moodle/</a> |

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для освоения дисциплины обучающемуся необходимо: посещать лекционные занятия; активно участвовать в обсуждении предложенных вопросов и выполнять практические задания; успешно пройти все формы текущего контроля; успешно пройти промежуточную аттестацию (вопросы прилагаются п.5.3.6) Для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо использовать: материалы лекций, рекомендуемую основную и дополнительную литературу; ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"; методические материалы; информационно-образовательную среду университета.

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа обучающихся, которая может осуществляться как индивидуально, так и под руководством обучающего. Данная работа предполагает самостоятельное изучение обучающимся отдельных тем, дополнительную подготовку к каждому лекционному и практическому занятию.

Самостоятельная работа обучающихся является важной формой образовательного процесса. Она реализуется вне рамок расписания, а также в библиотеке, дома, при выполнении учебных задач. Цель самостоятельной работы - научить обучающегося осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы повысить уровень освоения компетенций, а также привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

## 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 8.1 Перечень программного обеспечения

|              |        |
|--------------|--------|
| <b>8.1.1</b> | Office |
| <b>8.1.1</b> | Компас |

### 8.2 Перечень информационных справочных систем

|              |   |
|--------------|---|
| <b>8.2.1</b> | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Режим доступа: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>                                  |
| <b>8.2.2</b> | «Лань» - электронно-библиотечная система. Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>                              |
| <b>8.2.3</b> | Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Режим доступа: <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a> |
| <b>8.2.4</b> | ЭБС BOOK.RU. Режим доступа: <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>   |

## 9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Лекционные аудитории (50 посадочных мест), оснащенные экраном и переносным мультимедийным оборудованием, доской, учебной мебелью.

Аудитория 4421 курсового и дипломного проектирования и для самостоятельной работы обучающихся.

Неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам (через ресурсы библиотеки СамГУПС) к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в рамках самостоятельной работы обучающихся.