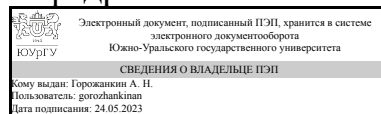


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



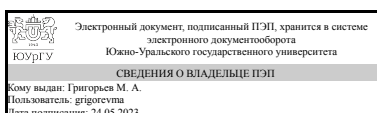
А. Н. Горожанкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П1.02 Силовая электроника  
**для направления** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Электроэнергетические системы с интегрированной релейной защитой и автоматикой  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Электропривод, мехатроника и электромеханика

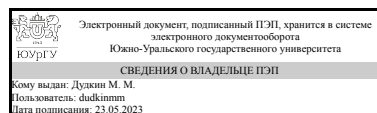
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



М. М. Дудкин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель дисциплины состоит в том, чтобы сформировать навыки: чтения схем вентильных преобразователей; анализа электромагнитных процессов вентильных преобразователей; экспериментального исследования электромагнитных процессов в вентильных преобразователях. Для осуществления поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: изучить принципы действия, характеристики, параметры, основы расчета, электромагнитные процессы в вентильных преобразователях; проводить экспериментальные исследования по заданной методике вентильных преобразователей постоянного и переменного тока, обрабатывать результаты экспериментов и оформлять отчет.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе изучаются наиболее распространение виды вентильных преобразователей в силовой электронике: однофазные и многофазные неуправляемые выпрямители, сглаживающие фильтры, управляемые выпрямители тока, преобразователи постоянного напряжения, однофазные автономные инверторы напряжения (АИН), фильтры переменного напряжения, способы формирования выходного напряжения в АИН на основе различных законов модуляции, однофазные инверторы тока. Большое внимание при изучении курса уделяется лабораторным занятиям, на которых студенты закрепляют теоретические знания, полученные на лекционных занятиях. В течение семестра студенты выполняют лабораторные работы и защищают их. Вид промежуточной аттестации - экзамен.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                             | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|---|---|
| ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности | Знает: Принципы работы схем и устройств, реализованных на базе элементов силовой электроники<br>Умеет: Составлять и рассчитывать схемы замещения электрических цепей с полупроводниковыми приборами<br>Имеет практический опыт: Испытаний и анализа работы схем и устройств силовой электроники |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ  |
|---|--|
| Общая энергетика  | Автоматизация электроэнергетических систем,<br>Электрический привод,<br>Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике,<br>Электроснабжение,<br>Электрооборудование высоковольтных подстанций |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина       | Требования  |
|------------------|---|
| Общая энергетика | Знает: Методы и средства для получения информации об электростанциях различных видов, принципах работы и устройства энергетических установок, основных видах энергетических ресурсов Умеет: Выполнять расчет и анализ основных параметров электростанций Имеет практический опыт: Расчёта основных характеристик и показателей работы различных электростанций, навыками использования источников информации по дисциплине и компьютера как средства работы с ней |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 5                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 108         | 108                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 48          | 48                                 |  |
| Лекции (Л)   | 16          | 16                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 0           | 0                                  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 32          | 32                                 |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 51,5        | 51,5                               |  |
| Оформление отчетов по лабораторным работам                                 | 16          | 16                                 |  |
| Подготовка к лабораторным работам  | 8           | 8                                  |  |
| Подготовка к экзамену  | 19,5        | 19,5                               |  |
| Подготовка к защите по лабораторным работам                                | 8           | 8                                  |  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5         | 8,5                                |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |  |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины       | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Выпрямители тока                       | 20  | 8 | 0  | 12 |
| 2         | Преобразователи постоянного напряжения | 12  | 4 | 0  | 8  |
| 3         | Автономные инверторы                   | 16  | 4 | 0  | 12 |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1        | 1         | Классификация вентильных преобразователей. Область их применения. Цели и задачи курса. Однофазный мостовой неуправляемый выпрямитель тока при активной и активно-индуктивной нагрузке: временные диаграммы токов и напряжений, основные соотношения в схеме.  | 2            |
| 2        | 1         | Сглаживающие фильтры: емкостной, индуктивный, Г-образный: основные соотношения, временные диаграммы токов и напряжений на примере однофазного мостового неуправляемого выпрямителя. Внешние характеристики однофазного мостового выпрямителя со сглаживающими фильтрами.  | 2            |
| 3        | 1         | Трехфазная нулевая и мостовая схемы неуправляемых выпрямителей тока: временные диаграммы токов и напряжений при активно-индуктивной нагрузке, основные соотношения, преимущества и недостатки.  | 2            |
| 4        | 1         | Управляемые выпрямители тока: временные диаграммы токов и напряжений на примере трехфазной нулевой схемы в непрерывном, прерывистом и граничном режимах при активной и активно-индуктивной нагрузках, идеальные регулировочные характеристики. Коммутационные процессы в управляемых выпрямителях тока на примере трехфазной нулевой схемы, схемы замещения однофазного трансформатора и выпрямителя, основные соотношения. Внешние и регулировочные характеристики управляемых выпрямителей тока в непрерывном режиме. | 2            |
| 5        | 2         | Классификация преобразователей постоянного напряжения (ППН). Область применения. Понижающий ППН с бестрансформаторной развязкой: временные диаграммы токов и напряжений в непрерывном режиме, основные соотношения, регулировочная, внешние и энергетические характеристики, преимущества и недостатки.   | 2            |
| 6        | 2         | Преимущества и недостатки ППН с трансформаторной развязкой. Область их применения. Однотактный прямоходовый ППН с трансформаторной развязкой: временные диаграммы токов и напряжений, основные соотношения, кривая перемагничивания сердечника трансформатора. Стабилизаторы постоянного напряжения (тока), их основные статические параметры. Классификация стабилизаторов. Функциональные схемы непрерывного и импульсного стабилизаторов. Их преимущества и недостатки.  | 2            |
| 7        | 3         | Классификация автономных инверторов. Область их применения. Однофазный мостовой и полумостовой автономные инверторы напряжения (АИН): временные диаграммы токов и напряжений, основные соотношения, качество выходного напряжения, преимущества и недостатки. Однофазный мостовой АИН с ШИР на основе фазового сдвига импульсов управления: временные диаграммы токов и напряжений совместно с системой управления, регулировочная характеристика, качество выходного напряжения, преимущества и недостатки.            | 2            |
| 8        | 3         | Законы импульсной модуляции. Двухполярная и однополярная ШИМ в однофазном мостовом АИН: временные диаграммы токов и напряжений совместно с системой управления, основные соотношения, регулировочная характеристика, спектр выходного напряжения, преимущества и недостатки. Фильтрация выходного напряжения в однофазных АИН: схема Г-образного LC-фильтра, его частотная характеристика, расчет параметров фильтра.   | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1, 2      | 1         | Исследование однофазного мостового неуправляемого выпрямителя и сглаживающих фильтров в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, внешних и энергетических характеристик однофазного мостового неуправляемого выпрямителя и сглаживающих фильтров (емкостной, индуктивный, Г-образный).  | 4            |
| 3, 4      | 1         | Исследование схем трехфазных управляемых выпрямителей. Изучение электромагнитных процессов и характеристик выпрямителей, выполненных по трехфазной схеме с нулевым выводом и трехфазной мостовой схеме, при работе на активно-индуктивную нагрузку с противо-ЭДС в режиме непрерывного, прерывистого и граничного тока.  | 4            |
| 5, 6      | 1         | Исследование трехфазного управляемого выпрямителя тока в режимах выпрямления и инвертирования. Изучение электромагнитных процессов, характеристик и энергетических показателей трехфазного управляемого выпрямителя тока, выполненного по мостовой схеме, в режимах выпрямления и инвертирования при работе на активно-индуктивную нагрузку с противо-ЭДС.   | 4            |
| 7, 8      | 2         | Исследование понижающего преобразователя постоянного напряжения и импульсного стабилизатора на его основе. Изучение регулировочных, внешних и энергетических характеристик понижающего преобразователя постоянного напряжения (ППН) с индуктивным и Г-образным LC-фильтром в различных режимах работы, а также характеристик импульсного стабилизатора постоянного напряжения на базе понижающего ППН.   | 4            |
| 9, 10     | 2         | Исследование прямоходового преобразователя постоянного напряжения. Изучение принципа действия, регулировочных, внешних и энергетических характеристик, а также режимов работы прямоходового преобразователя постоянного напряжения (ППН) в разомкнутой и замкнутой по выходному напряжению системе, а также получение навыков работы с высокочастотными преобразователями постоянного напряжения в постоянное (DC–DC преобразователей).  | 4            |
| 11, 12    | 3         | Исследование однофазного автономного инвертора напряжения с различными методами регулирования и выходного LC-фильтра в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, регулировочных, внешних и энергетических характеристик однофазного автономного инвертора напряжения (АИН) с одноимпульсным широтно-импульсным регулированием, двухполярной и однополярной широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) с законом управления $U/f = \text{const}$ при работе на активно-индуктивную нагрузку, а также выходного LC-фильтра. | 4            |
| 13, 14    | 3         | Исследование однофазного параллельного автономного инвертора тока в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, внешних, регулировочных и энергетических характеристик параллельного автономного инвертора тока (АИТ) при активной нагрузке.   | 4            |
| 15, 16    | 3         | Исследование трехфазного мостового автономного инвертора напряжения (АИН) с различными способами импульсной модуляции в программе MatLab+Simulink. Изучение электромагнитных процессов, характеристик и энергетических показателей трехфазного мостового АИН, при трех способах импульсной модуляции: синусоидальная и пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция (ШИМ), релейно-токовое управление.   | 4            |

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                              |  |         |              |
|---|--|---------|--------------|
| Подвид СРС                                  | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс   | Семестр | Кол-во часов |
| Оформление отчетов по лабораторным работам  | ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 211-261, с. 296-329, с. 346-369, с. 393-414; [Осн. лит., 2], с. 97-133, с. 196-202, с. 226-248, с. 325-334, с. 338-350; [Осн. лит., 3], с. 287-344, с. 405-410, с. 438-447; [Доп. лит., 1], с. 12-93; с. 128-174, с. 183-188, [Доп. лит., 2], с. 189-236, с. 296-310; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-133, с. 196-202, с. 226-248, с. 325-334, с. 338-350; [Осн. лит., 2], с. 16-28, с. 39-113; [Осн. лит., 3], с. 30-40, с. 62-70; [Доп. лит., 4], с. 11-237; УМО для СРС [1], с. 19-36; Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1], [2]; ПО: [1], [2]. | 5       | 16           |
| Подготовка к лабораторным работам           | ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 211-261, с. 296-329, с. 346-369, с. 393-414; [Осн. лит., 2], с. 97-133, с. 196-202, с. 226-248, с. 325-334, с. 338-350; [Осн. лит., 3], с. 287-344, с. 405-410, с. 438-447; [Доп. лит., 1], с. 12-93; с. 128-174, с. 183-188, [Доп. лит., 2], с. 189-236, с. 296-310; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-133, с. 196-202, с. 226-248, с. 325-334, с. 338-350; [Осн. лит., 2], с. 16-28, с. 39-113; [Осн. лит., 3], с. 30-40, с. 62-70; [Доп. лит., 4], с. 11-237; УМО для СРС [1], с. 19-36.   | 5       | 8            |
| Подготовка к экзамену                       | ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 211-261, с. 296-329, с. 346-369, с. 393-414; [Осн. лит., 2], с. 97-133, с. 196-202, с. 226-248, с. 325-334, с. 338-350; [Осн. лит., 3], с. 287-344, с. 405-410, с. 438-447; [Доп. лит., 1], с. 12-93; с. 128-174, с. 183-188, [Доп. лит., 2], с. 189-236, с. 296-310; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-133, с. 196-202, с. 226-248, с. 325-334, с. 338-350; УМО для СРС [1], с. 19-36; Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине: [1], [2], [3].  | 5       | 19,5         |
| Подготовка к защите по лабораторным работам | ПУМД: [Осн. лит., 1], с. 211-261, с. 296-329, с. 346-369, с. 393-414; [Осн. лит., 2], с. 97-133, с. 196-202, с. 226-248, с. 325-334, с. 338-350; [Осн. лит., 3], с. 287-344, с. 405-410, с. 438-447; [Доп. лит., 1], с. 12-93; с. 128-174, с. 183-188, [Доп. лит., 2], с. 189-236, с. 296-310; ЭУМД: [Осн. лит., 1], с. 97-133, с. 196-202, с. 226-248, с. 325-334, с. 338-350; [Осн. лит., 2], с. 16-28, с. 39-113; [Осн. лит., 3], с. 30-40, с. 62-70.   | 5       | 8            |

**6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации**

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес   | Макс. балл | Порядок начисления баллов  | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-------|------------|--|------------------|
| 1    | 5        | Текущий контроль | Отчет ЛР1                         | 0,125 | 10         | <p>По лабораторной работе 1 «Исследование однофазного мостового неуправляемого выпрямителя и сглаживающих фильтров» (контроль раздела 1) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета.</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей.</p> <p>1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисовочных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качество оформление работы соответствует требованиям – 1 балл;</li> <li>- качество оформление работы частично соответствует требованиям – 0,5 балла;</li> <li>- качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов.</li> </ul> <p>2. Правильность выполнения предварительного домашнего задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно выполненное предварительное домашнее задание – 3 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 2,25 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,5 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,75 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов.</li> </ul> <p>3. Правильность экспериментальных данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальные данные, графики,</li> </ul> | экзамен          |

|   |   |                  |           |       |   |   |         |
|---|---|------------------|-----------|-------|---|---|---------|
|   |   |                  |           |       | <p>временные диаграммы и расчеты выполнены правильно – 4 балла;</p> <p>- экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 3 балла;</p> <p>- экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 2 балла;</p> <p>- экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 1 балл;</p> <p>- экспериментальные данные сняты не верно, большая часть графиков или временных диаграмм не построена – 0 баллов.</p> <p>4. Правильность выводов:</p> <p>- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы – 2 балла;</p> <p>- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 1,5 балла;</p> <p>- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,0 балл;</p> <p>- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,5 балла;</p> <p>- выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.</p> <p>5. Срок выполнения отчета:</p> <p>- за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.</p> |   |         |
| 2 | 5 | Текущий контроль | Отчет ЛР2 | 0,125 | 10  | <p>По лабораторной работе 2 «Исследование схем трехфазных управляемых выпрямителей» (контроль раздела 1) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели.</p> <p>Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета.</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей.</p> <p>1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисуночных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах):</p> <p>- качество оформление работы соответствует требованиям – 1 балл;</p> <p>- качество оформление работы частично</p> | экзамен |



|   |   |                  |           |       |    |  |         |
|---|---|------------------|-----------|-------|----|--|---------|
|   |   |                  |           |       |    | <p>соответствует требованиям – 0,5 балла;<br/> - качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов.</p> <p>2. Правильность выполнения предварительного домашнего задания:<br/> - правильно выполненное предварительное домашнее задание – 3 балла;<br/> - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 2,25 балла;<br/> - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,5 балла;<br/> - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,75 балла;<br/> - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов.</p> <p>3. Правильность экспериментальных данных:<br/> - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно – 4 балла;<br/> - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 3 балла;<br/> - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 2 балла;<br/> - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 1 балл;<br/> - экспериментальные данные сняты не верно, большая часть графиков или временных диаграмм не построена – 0 баллов.</p> <p>4. Правильность выводов:<br/> - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы – 2 балла;<br/> - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 1,5 балла;<br/> - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,0 балл;<br/> - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,5 балла;<br/> - выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.</p> <p>5. Срок выполнения отчета:<br/> - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.</p> |         |
| 3 | 5 | Текущий контроль | Отчет ЛР3 | 0,125 | 10 | По лабораторной работе 3 «Исследование понижающего преобразователя постоянного напряжения и импульсного  | экзамен |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | <p>стабилизатора на его основе» (контроль раздела 2) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели.</p> <p>Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета.</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей.</p> <p>1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисуночных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качество оформление работы соответствует требованиям – 1 балл;</li> <li>- качество оформление работы частично соответствует требованиям – 0,5 балла;</li> <li>- качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов.</li> </ul> <p>2. Правильность выполнения предварительного домашнего задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно выполненное предварительное домашнее задание – 3 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 2,25 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено правильно на 50% – 1,5 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,75 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов.</li> </ul> <p>3. Правильность экспериментальных данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно – 4 балла;</li> <li>- экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 3 балла;</li> <li>- экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 2 балла;</li> <li>- экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 1 балл;</li> <li>- экспериментальные данные сняты не верно, большая часть графиков или</li> </ul> |
|--|--|--|--|--|--|

|   |   |                  |           |       |  |   |         |
|---|---|------------------|-----------|-------|--|---|---------|
|   |   |                  |           |       | <p>временных диаграмм не построена – 0 баллов.</p> <p>4. Правильность выводов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы – 2 балла;</li> <li>- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 1,5 балла;</li> <li>- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,0 балл;</li> <li>- выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,5 балла;</li> <li>- выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.</li> </ul> <p>5. Срок выполнения отчета:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.</li> </ul> |   |         |
| 4 | 5 | Текущий контроль | Отчет ЛР4 | 0,125 | 10   | <p>По лабораторной работе 4 «Исследование однофазного автономного инвертора напряжения с различными методами регулирования и выходного LC-фильтра» (контроль раздела 3) студентом индивидуально предоставляется оформленный отчет в установленных срок 2 недели. Оценивается качество оформления, правильность предварительно выполненного домашнего задания, экспериментальных данных, графиков, временных диаграмм, выводов и срок выполнения отчета.</p> <p>Общий балл при оценке складывается из следующих показателей.</p> <p>1. Качество оформления (оценивается оформление работы согласно требованиям ГОСТ, в том числе наличие подрисуночных надписей, названия таблиц, координатных осей, масштабов, подписей сигналов на временных диаграммах):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качество оформление работы соответствует требованиям – 1 балл;</li> <li>- качество оформление работы частично соответствует требованиям – 0,5 балла;</li> <li>- качество оформление работы не соответствует требованиям – 0 баллов.</li> </ul> <p>2. Правильность выполнения предварительного домашнего задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно выполненное предварительное домашнее задание – 3 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание выполнено правильно на 75% – 2,25 балла;</li> <li>- предварительное домашнее задание</li> </ul> | экзамен |

|   |   |                  |            |       |  |   |         |
|---|---|------------------|------------|-------|--|---|---------|
|   |   |                  |            |       | <p>выполнено правильно на 50% – 1,5 балла;<br/> - предварительное домашнее задание выполнено правильно на 25% – 0,75 балла;<br/> - предварительное домашнее задание выполнено не верно – 0 баллов.</p> <p>3. Правильность экспериментальных данных:<br/> - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно – 4 балла;<br/> - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 75% – 3 балла;<br/> - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 50% – 2 балла;<br/> - экспериментальные данные, графики, временные диаграммы и расчеты выполнены правильно на 25% – 1 балл;<br/> - экспериментальные данные сняты не верно, большая часть графиков или временных диаграмм не построена – 0 баллов.</p> <p>4. Правильность выводов:<br/> - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы – 2 балла;<br/> - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 75% – 1,5 балла;<br/> - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 50% – 1,0 балл;<br/> - выводы написаны самостоятельно и логически-обоснованы на 25% – 0,5 балла;<br/> - выводы написаны не самостоятельно или неверные – 0 баллов.</p> <p>5. Срок выполнения отчета:<br/> - за каждую просроченную неделю результирующий балл за работу уменьшается на 1 балл.</p> |   |         |
| 5 | 5 | Текущий контроль | Защита ЛР1 | 0,125 | 10   | <p>Защита лабораторной работы 1 «Исследование однофазного мостового неуправляемого выпрямителя и сглаживающих фильтров» (контроль раздела 1) проводится в форме компьютерного тестирования после выполнения работы. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по теме лабораторной работы. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1.</p> <p>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.<br/> - Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</p> | экзамен |

|   |   |                  |            |       |    |  |         |
|---|---|------------------|------------|-------|----|--|---------|
|   |   |                  |            |       |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul>   |         |
| 6 | 5 | Текущий контроль | Защита ЛР2 | 0,125 | 10 | <p>Защита лабораторной работы 2 «Исследование схем трехфазных управляемых выпрямителей» (контроль раздела 1) проводится в форме компьютерного тестирования после выполнения работы. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по теме лабораторной работы. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul>   | экзамен |
| 7 | 5 | Текущий контроль | Защита ЛР3 | 0,125 | 10 | <p>Защита лабораторной работы 3 «Исследование понижающего преобразователя постоянного напряжения и импульсного стабилизатора на его основе» (контроль раздела 2) проводится в форме компьютерного тестирования после выполнения работы. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по теме лабораторной работы. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul> | экзамен |
| 8 | 5 | Текущий контроль | Защита ЛР4 | 0,125 | 10 | <p>Защита лабораторной работы 4 «Исследование однофазного автономного инвертора напряжения с различными</p>  | экзамен |

|    |   |                          |         |   |    |  |         |
|----|---|--------------------------|---------|---|----|--|---------|
|    |   |                          |         |   |    | <p>методами регулирования и выходного LC-фильтра» (контроль раздела 3) проводится в форме компьютерного тестирования после выполнения работы. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить знания студента по теме лабораторной работы. На ответы отводится 15 минут. Количество попыток 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul> |         |
| 9  | 5 | Бонус                    | Бонус   | - | 15 | <p>Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины, а также публикациях по тематике дисциплины.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+15 за победу в олимпиаде международного уровня.</li> <li>+10 за победу в олимпиаде российского уровня.</li> <li>+5 за победу в олимпиаде университетского уровня.</li> <li>+1 за участие в олимпиаде, конкурсе, научно-практической конференции, публикацию статьи по тематике дисциплины за каждое мероприятие.</li> </ul>   | экзамен |
| 10 | 5 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 20 | <p>Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. Тест состоит из 20 вопросов, позволяющих оценить знания студентов по всем разделам курса. На ответы отводится 30 минут.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правильный ответ на вопрос – 1 балл.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,25 до 0,75 балла в случае 4-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – от 0,33 до 0,66 балла в случае 3-х правильных ответов.</li> <li>- Частично правильный ответ на вопрос – 0,5 балла в случае 2-х правильных ответов.</li> <li>- Неправильный ответ на вопрос – 0 баллов.</li> </ul>   | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| экзамен                      | <p>К экзамену допускаются студенты, сдавшие все отчеты по лабораторным работам и прошедшие все тесты по всем разделам курса. Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена студентам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Оценка за экзамен рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> плюс бонусные баллы <math>R_b</math> (максимум 15) по формуле: <math>R_d = R_{тек} + R_b</math>, где <math>R_{тек} = 0,125 KM1 + 0,125 KM2 + 0,125 KM3 + 0,125 KM4 + 0,125 KM5 + 0,125 KM6 + 0,125 KM7 + 0,125 KM8</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весовых коэффициентов. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле: <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_b</math>, где <math>R_{па}</math> – рейтинг за промежуточную аттестацию. Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» – <math>R_d = 85 \dots 100\%</math>; «Хорошо» – <math>R_d = 75 \dots 84\%</math>; «Удовлетворительно» – <math>R_d = 60 \dots 74\%</math>; «Неудовлетворительно» – <math>R_d = 0 \dots 59\%</math>.</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения   | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |
|-------------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|
|             |   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |   |   |   |   |
| ПК-2        | Знает: Принципы работы схем и устройств, реализованных на базе элементов силовой электроники        | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | + | + | + | + |
| ПК-2        | Умеет: Составлять и рассчитывать схемы замещения электрических цепей с полупроводниковыми приборами | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | + | + | + | + |
| ПК-2        | Имеет практический опыт: Испытаний и анализа работы схем и устройств силовой электроники            | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст] учеб. для вузов по направлению. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с. ил. 25 см.
2. Гельман, М. В. Преобразовательная техника [Текст] учеб. пособие по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 423, [1] с. ил. электрон. версия

3. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника [Текст] учеб. пособ. для вузов. - М.: Высшая школа, 1982. - 496 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Попков, О. З. Основы преобразовательной техники [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" О. З. Попков. - 3-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 199,[1] с. ил.

2. Горбачев, Г. Н. Промышленная электроника Учеб. для энерг. спец. вузов Под ред. В. А. Лабунцова. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 319,[1] с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Электричество теорет. и науч.-практ. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние физ.-техн. проблем энергетики, Федерация энергет. и электротехн. обществ журнал. - М., 1996-

2. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-

3. Реферативный журнал. Электроника. 23. свод. том Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) реферативный журнал. - М.: ВИНИТИ, 1980-

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Гельман, М. В. Физические основы электроники. Преобразовательная техника Программа, метод. указания и контрол. задания для студентов-заоч. М. В. Гельман; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 41, [1] с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Гельман, М. В. Физические основы электроники. Преобразовательная техника Программа, метод. указания и контрол. задания для студентов-заоч. М. В. Гельман; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. - 41, [1] с.

### **Электронная учебно-методическая документация**

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание   |
|---|---------------------|--|--|
| 1 | Основная литература | Учебно-методические материалы кафедры    | Преобразовательная техника: учебное пособие / М.В. Гельман, М.М. Дудкин, К.А. Преображенский. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 423 с.<br><a href="https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf">https://aep.susu.ru/assets/53_pt.pdf</a> |
| 2 | Основная            | Учебно-                                  | Брылина О.Г., Гельман М.В., Дудкин М.М. Силовая  |



|   |                           |   |  |
|---|---------------------------|---|--|
|   | литература                | методические материалы кафедры                    | электроника: учебное пособие к виртуальным лабораторным работам. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 143 с. <a href="https://aep.susu.ru/assets/53_ucposobelek_lab_new.pdf">https://aep.susu.ru/assets/53_ucposobelek_lab_new.pdf</a>                             |
| 3 | Основная литература       | Учебно-методические материалы кафедры             | Гельман М.В., Дудкин М.М., Сапрунова Н.М., Терещина О.Г. Преобразовательная техника: учебное пособие к лабораторным работам. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 158 с. <a href="https://aep.susu.ru/assets/53_pt_lab.pdf">https://aep.susu.ru/assets/53_pt_lab.pdf</a> |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2007. — 288 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/1175">http://e.lanbook.com/book/1175</a>                             |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.    | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий  |
|---------------------------------|-----------|---|
| Лабораторные занятия            | 148 (1)   | Для проведения занятий используются специализированные стенды «Преобразовательная техника» и «Силовая электроника», позволяющие исследовать силовые вентильные преобразователи: трехфазный управляемый выпрямитель тока в режимах выпрямления и инвертирования, реверсивный тиристорный преобразователь, двухзвенный преобразователь частоты. Для измерения параметров и характеристик вентильных преобразователей используются электронные двухлучевые осциллографы типа GOS-620, электронные многопредельные мультиметры типа МУ67, стрелочные вольтметры и амперметры, цифровой измеритель мощности. |
| Лабораторные занятия            | 526-3 (1) | Компьютерный класс, имеющий 18 оборудованных рабочих мест. Каждое рабочее место оснащено компьютером. Содержит полный комплект программного обеспечения для моделирования процессов силовых вентильных преобразователей в программе MatLab+Simulink. Имеются необходимые аудиовизуальные средства обучения.   |
| Самостоятельная работа студента | 526-3 (1) | Компьютерный класс имеет 18 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах полупроводниковых приборов).  |
| Лекции                          | 526-2 (1) | Мультимедийный класс на 50 мест. Оснащен одним компьютером, проектором с экраном, мультимедийными колонками, имеется выход в интернет. На компьютере установлена операционная система Windows,  |

