

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ОСНОВЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**

Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности                                | 7 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-------|---------|
| Лабораторные занятия                                     | 8         | 8     | часов   |
| Самостоятельная работа                                   | 115       | 115   | часов   |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя    | 8         | 8     | часов   |
| Контрольные работы                                       | 4         | 4     | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена                              | 9         | 9     | часов   |
| Общая трудоемкость<br>(включая промежуточную аттестацию) | 144       | 144   | часов   |
|  |           | 4     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Экзамен                        | 7       |            |
| Контрольные работы             | 7       | 2          |

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение обучающимися знаний необходимых для понимания принципов построения и функционирования базовых схем выпрямителей и ведомых инверторов для анализа электромагнитных процессов.

2. Формирование навыков расчета электромагнитных процессов, определения энергетических показателей, приобретение практических навыков проектирования, моделирования и исследования базовых схем выпрямителей и инверторов.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить основы преобразования электрической энергии переменного тока в энергию постоянного тока.

2. Изучить обобщенную методику анализа электромагнитных процессов и энергетических показателей базовых схем выпрямителей при работе с разными типами нагрузок.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.03.03.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция   | Индикаторы достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|---|---|--|
| <b>Универсальные компетенции</b>  |   |  |
| -   | -   | -  |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b>   |   |  |
| -   | -   | -  |
| <b>Профессиональные компетенции</b>   |   |  |
| ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов | Знает принципы конструирования преобразователей переменного напряжения в постоянное.   |
|   | ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов            | Умеет проводить расчеты электрических и электромагнитных параметров компонентов базовых схем выпрямителей в условиях первого аналитического приближения. |
|   | ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем       | Владеет навыками разработки и представления схем электрических структурных, функциональных и принципиальных.   |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

## и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности   | Всего часов | Семестры  |
|---|-------------|-----------|
|   |             | 7 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 20          | 20        |
| Лабораторные занятия  | 8           | 8         |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя   | 8           | 8         |
| Контрольные работы  | 4           | 4         |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 115         | 115       |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины  | 88          | 88        |
| Подготовка к контрольной работе   | 17          | 17        |
| Подготовка к лабораторной работе  | 6           | 6         |
| Написание отчета по лабораторной работе   | 4           | 4         |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>  | 9           | 9         |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 144         | 144       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 4           | 4         |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины           | Лаб. раб. | Контр. раб. | СРП, ч. | Сам. раб., ч | Всего часов (без промежуточной аттестации) | Формируемые компетенции |
|--|-----------|-------------|---------|--------------|--|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                             |           |             |         |              |  |                         |
| 1 Силовые полупроводниковые приборы          | -         | 4           | 1       | 8            | 13   | ПК-3                    |
| 2 Однофазные выпрямители                     | 4         |             | 1       | 23           | 28   | ПК-3                    |
| 3 Трехфазные выпрямители                     | 4         |             | 1       | 25           | 30   | ПК-3                    |
| 4 Коммутация тока. Внешние характеристики    | -         |             | 1       | 9            | 10   | ПК-3                    |
| 5 Специальные схемы управляемых выпрямителей | -         |             | 1       | 14           | 15   | ПК-3                    |
| 6 Сглаживающие фильтры                       | -         |             | 1       | 8            | 9  | ПК-3                    |
| 7 Инверторы, ведомые сетью                   | -         |             | 1       | 10           | 11   | ПК-3                    |
| 8 Преобразователи переменного напряжения     | -         |             | 1       | 18           | 19   | ПК-3                    |
| Итого за семестр                             | 8         | 4           | 8       | 115          | 135  |                         |
| Итого  | 8         | 4           | 8       | 115          | 135  |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

| Названия разделов (тем) дисциплины           | Содержание разделов (тем) дисциплины   | СРП, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|--------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                             |  |        |                         |
| 1 Силовые полупроводниковые приборы          | Диоды. Тиристоры однооперационные. Тиристоры запираемые (двухоперационные). Тиристоры симметричные. Силовые полупроводниковые модули. Параллельное и последовательное соединение приборов. Система условных обозначений. Охлаждение.   | 1      | ПК-3                    |
|  | Итого  | 1      |                         |
| 2 Однофазные выпрямители                     | Классификация и схемы. Однофазный выпрямитель при активной нагрузке. Выпрямитель при активно-индуктивной нагрузке. Выпрямитель при работе на противо-ЭДС и активно-емкостную нагрузку. Умножители напряжения. Системы управления и стабилизации.   | 1      | ПК-3                    |
|  | Итого  | 1      |                         |
| 3 Трехфазные выпрямители                     | Трехфазная схема выпрямления с выводом средней точки при соединении обмоток трансформатора по схемам "звезда-звезда" и "звезда-зигзаг". Трехфазная мостовая схема выпрямления. Трехфазный выпрямитель с последовательным соединением мостов. Трехфазная мостовая схема управляемого выпрямителя. | 1      | ПК-3                    |
|  | Итого  | 1      |                         |
| 4 Коммутация тока. Внешние характеристики    | Понятие и причины возникновения явления коммутации. Коммутация в выпрямителях однофазного тока. Коммутация в многофазных схемах выпрямления. Потери в выпрямителях. Внешние характеристики.  | 1      | ПК-3                    |
|  | Итого  | 1      |                         |
| 5 Специальные схемы управляемых выпрямителей | Выпрямители со ступенчатым регулированием. Выпрямители с магнитными регуляторами. Повышение коэффициента мощности управляемых выпрямителей.  | 1      | ПК-3                    |
|  | Итого  | 1      |                         |
| 6 Сглаживающие фильтры                       | Простейшие схемы фильтров и их коэффициенты сглаживания. Составные фильтры.  | 1      | ПК-3                    |
|  | Итого  | 1      |                         |
| 7 Инверторы, ведомые сетью                   | Условия перевода управляемого выпрямителя в инверторный режим. Ограничительная и семейство входных характеристик ведомого инвертора.   | 1      | ПК-3                    |
|  | Итого  | 1      |                         |

|  |   |   |      |
|--|---|---|------|
| 8 Преобразователи переменного напряжения | Преобразователи частоты. Регуляторы переменного напряжения. | 1 | ПК-3 |
|  | Итого   | 1 |      |
| Итого за семестр                         |   | 8 |      |
| Итого                                    |   | 8 |      |

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п.           | Виды контрольных работ                            | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------|---|-----------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b> |   |                 |                         |
| 1                | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2               | ПК-3                    |
| 2                | Контрольная работа                                | 2               | ПК-3                    |
| Итого за семестр |   | 4               |                         |
| Итого            |   | 4               |                         |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ       | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                   |                                       |                 |                         |
| 2 Однофазные выпрямители           | Исследование однофазных выпрямителей. | 4               | ПК-3                    |
|                                    | Итого                                 | 4               |                         |
| 3 Трехфазные выпрямители           | Исследование трехфазных выпрямителей. | 4               | ПК-3                    |
|                                    | Итого                                 | 4               |                         |
| Итого за семестр                   |                                       | 8               |                         |
| Итого                              |                                       | 8               |                         |

### 5.5. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| <b>7 семестр</b>                   |                             |                 |                         |                |

|   |  |    |      |                              |
|---|--|----|------|------------------------------|
| 1 Силовые полупроводниковые приборы       | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 6  | ПК-3 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 2  | ПК-3 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 8  |      |                              |
| 2 Однофазные выпрямители                  | Подготовка к лабораторной работе                                       | 3  | ПК-3 | Лабораторная работа          |
|   | Написание отчета по лабораторной работе                                | 2  | ПК-3 | Отчет по лабораторной работе |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 14 | ПК-3 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 4  | ПК-3 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 23 |      |                              |
| 3 Трехфазные выпрямители                  | Подготовка к лабораторной работе                                       | 3  | ПК-3 | Лабораторная работа          |
|   | Написание отчета по лабораторной работе                                | 2  | ПК-3 | Отчет по лабораторной работе |
|   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 18 | ПК-3 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 2  | ПК-3 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 25 |      |                              |
| 4 Коммутация тока. Внешние характеристики | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 8  | ПК-3 | Тестирование, Экзамен        |
|   | Подготовка к контрольной работе  | 1  | ПК-3 | Контрольная работа           |
|   | Итого  | 9  |      |                              |

|  |  |     |      |                       |
|--|--|-----|------|-----------------------|
| 5 Специальные схемы управляемых выпрямителей | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 12  | ПК-3 | Тестирование, Экзамен |
|  | Подготовка к контрольной работе  | 2   | ПК-3 | Контрольная работа    |
|  | Итого  | 14  |      |                       |
| 6 Сглаживающие фильтры                       | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 6   | ПК-3 | Тестирование, Экзамен |
|  | Подготовка к контрольной работе  | 2   | ПК-3 | Контрольная работа    |
|  | Итого  | 8   |      |                       |
| 7 Инверторы, ведомые сетью                   | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 8   | ПК-3 | Тестирование, Экзамен |
|  | Подготовка к контрольной работе  | 2   | ПК-3 | Контрольная работа    |
|  | Итого  | 10  |      |                       |
| 8 Преобразователи переменного напряжения     | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины | 16  | ПК-3 | Тестирование, Экзамен |
|  | Подготовка к контрольной работе  | 2   | ПК-3 | Контрольная работа    |
|  | Итого  | 18  |      |                       |
| Итого за семестр                             |  | 115 |      |                       |
|  | Подготовка и сдача экзамена  | 9   |      | Экзамен               |
| Итого  |  | 124 |      |                       |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности |            |     |           | Формы контроля   |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----|-----------|--|
|                         | Лаб. раб.                 | Конт. Раб. | СРП | Сам. раб. |  |
| ПК-3                    | +                         | +          | +   | +         | Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен |

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Коновалов Б.И. Основы преобразовательной техники: Учебное пособие / Б.И. Коновалов, В.С. Мишуров. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. – 172 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Легостаев, Н. С. Магнитные элементы электронных устройств: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Н. С. Легостаев. — Томск: ТУСУР, 2019. — 146 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/9187>.

2. Кобзев А.В. Энергетическая электроника: Учебное пособие / А.В. Кобзев, Б.И. Коновалов, В.Д. Семенов. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. — 164 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/>.

### **7.3. Учебно-методические пособия**

#### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Коновалов Б.И., Мишуров В.С. Основы преобразовательной техники: учебно-методическое пособие. Томск : ФДО, ТУСУР, 2017 – 57 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/>.

2. Коновалов Б. И. Основы преобразовательной техники : методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения технических направлений подготовки, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Б. И. Коновалов, С. Г. Михальченко. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/>.

#### **7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Коновалов, Б.И. Основы преобразовательной техники [Электронный ресурс]: электронный курс / Б.И. Коновалов, В.С. Мишуров. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2017. (доступ из личного кабинета студента) .

### **7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.



## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства

приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины        | Формируемые компетенции | Формы контроля               | Оценочные материалы (ОМ)  |
|---|-------------------------|------------------------------|---|
| 1 Силовые полупроводниковые приборы       | ПК-3                    | Контрольная работа           | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|   |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|   |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                               |
| 2 Однофазные выпрямители                  | ПК-3                    | Контрольная работа           | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|   |                         | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ   |
|   |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|   |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                               |
|   |                         | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ   |
| 3 Трехфазные выпрямители                  | ПК-3                    | Контрольная работа           | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|   |                         | Лабораторная работа          | Темы лабораторных работ   |
|   |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|   |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                               |
|   |                         | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ   |
| 4 Коммутация тока. Внешние характеристики | ПК-3                    | Контрольная работа           | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|   |                         | Тестирование                 | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|   |                         | Экзамен                      | Перечень экзаменационных вопросов                               |

|  |      |                    |   |
|--|------|--------------------|---|
| 5 Специальные схемы управляемых выпрямителей | ПК-3 | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |      | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|  |      | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                               |
| 6 Сглаживающие фильтры                       | ПК-3 | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |      | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|  |      | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                               |
| 7 Инверторы, ведомые сетью                   | ПК-3 | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |      | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|  |      | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                               |
| 8 Преобразователи переменного напряжения     | ПК-3 | Контрольная работа | Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы |
|  |      | Тестирование       | Примерный перечень тестовых заданий                             |
|  |      | Экзамен            | Перечень экзаменационных вопросов                               |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |   |  |
|----------------------------|--|---|---|--|
|                            |  | знать   | уметь   | владеть  |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков    |
| 3<br>(удовлетворительно)   | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания   | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |

|             |  |   |  |  |
|-------------|--|---|--|--|
| 4 (хорошо)  | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов         | сформированные систематические знания                   | сформированное умение                                    | успешное и систематическое применение навыков                        |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка                     | Формулировка требований к степени компетенции  |
|----------------------------|--|
| 2<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.   |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.   |
| 5 (отлично)                | Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.                             |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

- В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя амплитуда синусоидального напряжения первичной обмотки трансформатора 100 В, выпрямленное напряжение 20 В. Определить коэффициент трансформации трансформатора.
  - 1,59;
  - 2,16;
  - 3,42;
  - 7,18.
- В схеме идеализированного мостового однофазного выпрямителя амплитуда синусоидального напряжения первичной обмотки трансформатора 150 В, выпрямленное напряжение 12 В. Определить коэффициент трансформации трансформатора.
  - 2,65;
  - 4,35;
  - 6,42;
  - 7,95.
- В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя амплитуда основной

- гармоники  
выпрямленного напряжения 5 В. Определить амплитуду синусоидального напряжения вторичной обмотки трансформатора.
- а) 5 В;
  - б) 10 В;
  - в) 15 В;
  - г) 20 В.
4. В схеме идеализированного однофазного нулевого выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения 10 В. Определить амплитуду синусоидального напряжения вторичной обмотки трансформатора.
- а) 15,25 В;
  - б) 18,25 В;
  - в) 23,45 В;
  - г) 28,65 В.
5. В схеме идеализированного однофазного мостового выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения 15 В. Определить амплитуду синусоидального напряжения вторичной обмотки трансформатора.
- а) 15,27 В;
  - б) 18,23 В;
  - в) 35,17 В;
  - г) 42,19 В.
6. В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения 9 В, коэффициент трансформации трансформатора 5. Определить действующее значение напряжения первичной обмотки трансформатора.
- а) 45,2 В;
  - б) 63,7 В;
  - в) 85,4 В;
  - г) 92,9 В.
7. В схеме идеализированного однофазного нулевого выпрямителя амплитуда основной гармоники выпрямленного напряжения 7 В, коэффициент трансформации трансформатора 6. Определить действующее значение напряжения первичной обмотки трансформатора.
- а) 37,2 В;
  - б) 42,5 В;
  - в) 69,7 В;
  - г) 78,9 В.
8. В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя амплитуда обратного напряжения диода 150 В, среднее значение тока диода 12 А. Определить мощность выпрямленного тока.
- а) 370 Вт;
  - б) 573 Вт;
  - в) 854 Вт;
  - г) 929 Вт.
9. В схеме идеализированного однофазного нулевого выпрямителя диоды работают в следующем режиме: амплитуда обратного напряжения 100 В, среднее значение тока 10 А. Определить мощность выпрямленного тока.
- а) 380 Вт;
  - б) 473 Вт;
  - в) 637 Вт;
  - г) 812 Вт.
10. В схеме идеализированного однофазного мостового выпрямителя действующие значения напряжений первичной и вторичной обмоток трансформатора соответственно 200 В и

50 В, мощность выпрямленного тока 200 Вт. Определить действующее значение тока первичной обмотки трансформатора.

- а) 1,23 А;
- б) 2,54 А;
- в) 3,12 А;
- г) 4,27 А.

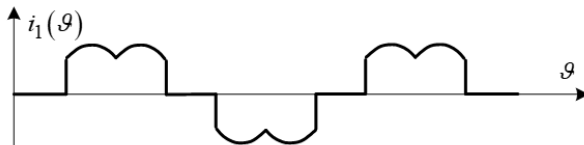
11. В схеме идеализированного однополупериодного выпрямителя действующее значение тока вторичной обмотки трансформатора 5 А, амплитуда обратного напряжения диода 400 В. Определить мощность выпрямленного тока.

- а) 273 Вт;
- б) 406 Вт;
- в) 528 Вт;
- г) 812 Вт.

12. В схеме идеализированного однофазного нулевого управляемого выпрямителя амплитуда напряжения вторичных обмоток трансформатора 25 В, сопротивление нагрузки 12 Ом. Определить среднее значение при угле управления тиристорами 25 градусов.

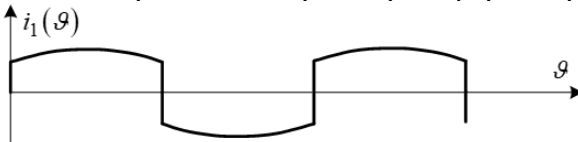
- а) 1,32 А;
- б) 2,16 А;
- в) 3,14 А;
- г) 3,87 А.

13. Определите схему выпрямления которой соответствует временная диаграмма фазного тока на первичной стороне трансформатора.



- а) однофазная схема выпрямления с нулевым выводом трансформатора;
- б) однофазная мостовая схема выпрямления;
- в) трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом трансформатора;
- г) трехфазная мостовая схема выпрямления.

14. Определите схему выпрямления которой соответствует временная диаграмма фазного тока на первичной стороне трансформатора.

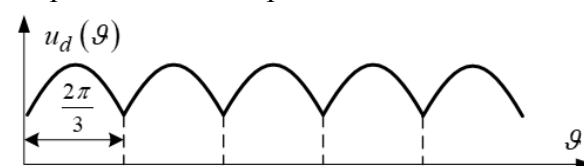


- а) однофазная схема выпрямления с нулевым выводом трансформатора;
- б) однофазная мостовая схема выпрямления;
- в) трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом трансформатора;
- г) трехфазная мостовая схема выпрямления.

15. Определите коэффициент трансформации трансформатора который необходим для получения выпрямленного напряжения 15 В на выходе идеализированного однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора при амплитудном значении синусоидального напряжения первичной обмотки трансформатора 120 В.

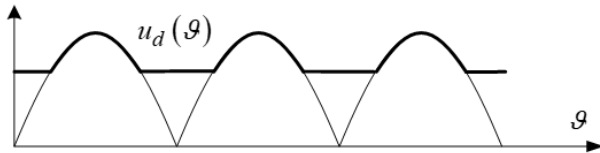
- а) 3,4; б) 5,1; в) 7,3; г) 9,7.

16. Определите схему выпрямления которой соответствует временная диаграмма выпрямленного напряжения.



- а) трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом трансформатора;
- б) трехфазная схема выпрямления по мостовой схеме;
- в) однофазная мостовая схема выпрямления при работе на активную нагрузку;
- г) однофазная мостовая схема выпрямления при работе на активно-емкостную нагрузку.


17. Какое определение является определением коэффициента пульсаций по гармонической составляющей первого порядка?
- величина, равная отношению активной мощности к полной мощности;
  - величина, равная отношению амплитуды гармонической составляющей выпрямленного напряжения первого порядка к среднему значению выпрямленного напряжения;
  - величина, равная отношению переменной составляющей пульсирующего напряжения к постоянной составляющей пульсирующего напряжения;
  - величина, равная отношению действующего значения переменной составляющей пульсирующего напряжения к постоянной составляющей пульсирующего напряжения.
18. Какой схеме выпрямления соответствует временная диаграмма выпрямленного напряжения?



- однофазной мостовой схеме выпрямления при работе на активно-индуктивную нагрузку;
  - однофазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную нагрузку;
  - однофазной мостовой схеме выпрямления при работе на нагрузку с противо-э.д.с.;
  - однофазной мостовой схеме выпрямления при работе на емкостную нагрузку.
19. Определите схему выпрямления у которой коэффициент повышения расчетной мощности трансформатора минимальный.
- однофазная однополупериодная схема выпрямления;
  - однофазная мостовая схема выпрямления;
  - трехфазная схемы выпрямления с нулевым выводом трансформатора;
  - трехфазная мостовая схема выпрямления.
20. Определите формулу в которой правила буквенного обозначения единиц физических величин нарушены.
- $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$ ;
  - $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;
  - $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$ ;
  - $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ .

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

- Какое определение является определением коэффициента искажения тока?
  - величина, равная отношению среднеквадратичного значения всех высших гармоник периодического тока к среднеквадратичному значению тока основной частоты;
  - величина, равная отношению средней величины переменной составляющей пульсирующего тока к постоянной составляющей пульсирующего тока;
  - величина, равная отношению действующего значения первой гармоники тока произвольной формы к действующему значению тока;
  - величина, равная отношению активной мощности к полной мощности.
- Какое максимальное значение обратного напряжения диодов в схеме выпрямления однофазного тока с нулевым выводом, если действующее значение напряжения одной половины вторичной обмотки трансформатора 100 В?
  - 141 В;
  - 220 В;
  - 283 В;
  - 311 В.
- Какое минимальное значение коэффициента пульсаций можно получить в управляемом идеализированном выпрямителе, выполненном по трехфазной схеме с нулевым выводом трансформатора?

- а) 0,057;  
 б) 0,25;  
 в) 0,67;  
 г) 1,57.
4. Какой схеме выпрямления соответствует временная диаграмма фазного тока на первичной стороне трансформатора?
- 
- а) однофазной схеме выпрямления с нулевым выводом трансформатора;  
 б) однофазной мостовой схеме выпрямления;  
 в) трехфазной схеме выпрямления с нулевым выводом трансформатора;  
 г) трехфазной мостовой схеме выпрямления.
5. Для какой схемы выпрямления при работе на активно-индуктивную нагрузку коэффициент повышения расчетной мощности трансформатора равен 1,345?
- а) для однофазной однополупериодной схемы выпрямления;  
 б) для однофазной мостовой схемы выпрямления;  
 в) для трехфазной схемы выпрямления с нулевым выводом трансформатора;  
 г) для трехфазной мостовой схемы выпрямления.
6. Какой коэффициентом пульсаций по гармонической составляющей первого порядка выпрямителя трехфазного тока по мостовой схеме?
- а) 0,057;  
 б) 0,25;  
 в) 0,67;  
 г) 1,57.
7. Какое значение тока управления тиристора является током спрямления?
- а) значение тока управления, обеспечивающего режим прямого запираания тиристора;  
 б) значение тока управления, обеспечивающего режим прямой проводимости тиристора;  
 в) значение тока управления, обеспечивающего режим обратного запираания тиристора;  
 г) значение тока управления, при котором прямая ветвь вольтамперной характеристики тиристора вырождается в прямую ветвь вольтамперной характеристики диода.
8. Какой шифр схемы, входящей в состав конструкторской документации изделия, является шифром схемы электрической принципиальной?
- а) Э1;  
 б) Э2;  
 в) Э3;  
 г) Э4.
9. Какое определение является определением схемы функциональной?
- а) схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначения и взаимосвязи;  
 б) схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия;  
 в) схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними;  
 г) схема, показывающая внешние подключения изделия.
10. Какую функцию выполняет трансформатор выпрямителя?
- а) обеспечивает электромагнитную совместимость выпрямителя с системой электроснабжения;  
 б) выполняет функцию согласования величины напряжения системы электроснабжения, питающей выпрямитель, с величиной напряжения нагрузки выпрямителя;  
 в) обеспечивает коэффициент мощности, равный единице;  
 г) выполняет функцию преобразования напряжения переменного тока в напряжение пульсирующего тока.

### 9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Контрольная работа с автоматизированной проверкой.

Тема “Основы преобразовательной техники”.



1. Отношение амплитуды низшей гармонической составляющей выпрямленного напряжения к среднему значению выпрямленного напряжения называется
  - а) коэффициентом пульсаций;
  - б) коэффициентом искажения;
  - в) коэффициентом мощности;
  - г) коэффициентом сдвига.
2. Для идеализированного однофазного мостового выпрямителя определите отношение действующего значения напряжения вторичной обмотки трансформатора к среднему значению выпрямленного напряжения при работе выпрямителя на активную нагрузку.
  - а) 0,707;
  - б) 1,11;
  - в) 1,57;
  - г) 2,22.
3. Для идеализированного однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора определите отношение действующего значения тока вторичной обмотки трансформатора к среднему значению тока нагрузки при работе выпрямителя на активную нагрузку.
  - а) 0,707;
  - б) 0,785;
  - в) 1,11;
  - г) 1,57.
4. Для идеализированного однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора определите отношение действующего значения тока вторичной обмотки трансформатора к среднему значению тока нагрузки при работе выпрямителя на активно-индуктивную нагрузку.
  - а) 0,707;
  - б) 0,785;
  - в) 1,11;
  - г) 1,57.
5. Какая формула является формулой связи коэффициента искажения с коэффициентом нелинейных искажений.
  - а)  $k_{\text{и}} = \frac{1}{\sqrt{2} k_{\text{ни}}}$ ;
  - б)  $k_{\text{и}} = \frac{1}{1 + k_{\text{ни}}^2}$ ;
  - в)  $k_{\text{и}} = \frac{1}{\sqrt{1 + k_{\text{ни}}^2}}$ ;
  - г)  $k_{\text{и}} = \frac{1}{\sqrt{3} k_{\text{ни}}^2}$ .
6. Укажите определение которое является определением коэффициента пульсаций по гармонической составляющей первого порядка.
  - а) величина, равная отношению активной мощности к полной мощности;
  - б) величина, равная отношению амплитуды гармонической составляющей выпрямленного напряжения первого порядка к среднему значению выпрямленного напряжения;
  - в) величина, равная отношению переменной составляющей пульсирующего напряжения к постоянной составляющей пульсирующего напряжения;
  - г) величина, равная отношению действующего значения переменной составляющей пульсирующего напряжения к постоянной составляющей пульсирующего напряжения.
7. Какой коэффициент мощности имеет выпрямитель при синусоидальном напряжении и синусоидальном токе.
  - а)  $\lambda = k_{\text{и}} k_{\text{с}}$ ;

$$\text{б) } \lambda = k_{\text{н}} \cos \varphi_{(1)};$$

$$\text{в) } \lambda = \cos \varphi;$$

$$\text{г) } \lambda = k_{\text{нс}} k_{\text{с}}.$$

8. Для идеализированного однофазного мостового выпрямителя определите отношение расчетной мощности трансформатора к мощности выпрямленного тока при работе выпрямителя на активную нагрузку.

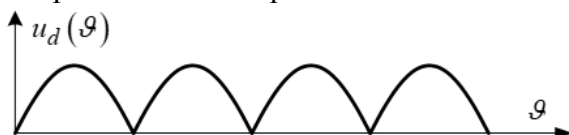
а) 1,11;

б) 1,23;

в) 1,34;

г) 1,48.

9. Определите схему выпрямления которой соответствует временная диаграмма выпрямленного напряжения.



а) трехфазная схема выпрямления с нулевым выводом трансформатора;

б) трехфазная схема выпрямления по мостовой схеме;

в) однофазная мостовая схема выпрямления при работе на активную нагрузку;

г) однофазная мостовая схема выпрямления при работе на активно-емкостную нагрузку.

10. Определите максимальное обратное напряжение диодов идеализированного однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора при работе выпрямителя на активную нагрузку, если действующее значение напряжения одной полуобмотки трансформатора составляет 100 В.

а) 141 В;

б) 173 В;

в) 200 В;

г) 282 В.

Контрольная работа.

Тема “Основы преобразовательной техники”.

1) Расчет электромагнитных и конструктивных параметров согласующего трансформатора.

2) Расчет электрических параметров управляемых вентиляей.

3) Расчет электромагнитных и конструктивных параметров сглаживающего фильтра.

4) Построение временных диаграмм токов и напряжений для всех элементов схемы выпрямления.

5) Расчет и построение внешней характеристики выпрямителя.

6) Разработка функциональной схемы устройства управления.

7) Разработка схемы электрической принципиальной управляемого выпрямителя.

8) Разработка имитационной модели управляемого выпрямителя.

9) Анализ расчетных данных и данных имитационного моделирования.

10) Разработка презентации.

#### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование однофазных выпрямителей.
2. Исследование трехфазных выпрямителей.

#### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает

работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся                         | Виды дополнительных оценочных материалов  | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на

подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ  
протокол № 19 от «16» 12 2022 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. ПрЭ    | С.Г. Михальченко  | Согласовано,<br>706957f1-d2eb-4f94-<br>b533-6139893cfd5a |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко  | Согласовано,<br>706957f1-d2eb-4f94-<br>b533-6139893cfd5a |
| Декан ФДО                          | И.П. Черкашина    | Согласовано,<br>4580bdea-d7a1-4d22-<br>bda1-21376d739cfc |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                                 |                |  |
|---------------------------------|----------------|--|
| Старший преподаватель, каф. ТЭО | А.В. Гураков   | Согласовано,<br>4bfa5749-993c-4879-<br>adcf-c25c69321c91 |
| Профессор, каф. ПрЭ             | Н.С. Легостаев | Согласовано,<br>6332ca5f-c16e-4579-<br>bbc4-ee49773dfd8d |

### РАЗРАБОТАНО:

|                     |                |  |
|---------------------|----------------|--|
| Профессор, каф. ПрЭ | Н.С. Легостаев | Разработано,<br>6332ca5f-c16e-4579-<br>bbc4-ee49773dfd8d |
| Ассистент, каф. ТЭО | Ю.Л. Замятина  | Разработано,<br>1663c03a-62e7-4092-<br>902a-95591a9d4047 |