

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

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|--|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 8 | 8 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 4 | 4 | часов |
| Самостоятельная работа | 56 | 56 | часов |
| Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет | 3 |

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Предметом дисциплины «Электрические машины» являются электрические машины (ЭМ), методы исследования и расчета их статических и динамических характеристик. Цель преподавания дисциплины – изучение свойств, статических и динамических характеристик электрических машин, как типовой нагрузки для полупроводниковых преобразователей параметров электрической энергии.

1.2. Задачи дисциплины

1. обеспечить студентам знания по устройству, принципу действия и электромеханическим свойствам типовых классов электрических машин (генераторов и двигателей).

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.02.03.01.

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 |
|---|---|---|
| Универсальные компетенции | | |
| - | - | - |
| Общепрофессиональные компетенции | | |
| - | - | - |
| Профессиональные компетенции | | |
| 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 электрических машин |
| | ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов | Умеет проводить оценочные расчеты статических и динамических характеристик электрических машин и электропривода |
| | ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем | Владеет навыками чтения и подготовки принципиальных схем электропривода |

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 3 зачетных единиц, 108 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 |
|---|-------------|-----------|
| | | 3 семестр |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 52 | 52 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 56 | 56 |
| Подготовка к зачету | 10 | 10 |
| Подготовка к тестированию | 10 | 10 |
| Выполнение индивидуального задания | 24 | 24 |
| Подготовка к контрольной работе | 6 | 6 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | 6 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 3 | 3 |

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 | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | | | | |
| 1 Общие вопросы электрических машин | 2 | - | - | 4 | 6 | ПК-3 |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | 4 | 4 | 6 | 20 | 34 | ПК-3 |
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | 4 | 4 | 6 | 20 | 34 | ПК-3 |
| 4 Синхронные ЭМ | 4 | 2 | 4 | 6 | 16 | ПК-3 |
| 5 ЭМ в системах автоматического регулирования (САР) | 4 | 8 | - | 6 | 18 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 16 | 56 | 108 | |
| Итого | 18 | 18 | 16 | 56 | 108 | |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |

| | | | |
|--|---|----|------|
| 1 Общие вопросы электрических машин | Предыстория создания и развития, основы теории электромеханического преобразования в электромашинах, основные законы, определяющие принцип действия, устройство и режимы ЭМ. Принцип обратимости ЭМ, их общие свойства и классификация по исполнению. Что и для чего нужно знать инженеру об ЭМ | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | Устройство, принцип действия и классификация ЭМ ПТ по способам возбуждения. Основные характеристики генераторов напряжения. Механические характеристики (МХ) двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ), отличительные особенности МХ ДПТ последовательного и смешанного возбуждения. Пуск, тормозные режимы, регулирование скорости, переходные процессы, потери мощности ДПТ НВ. Методы и средства контроля параметров ЭМ ПТ. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | Устройство, принцип действия, электромеханические показатели, естественные механические и скоростные характеристики. Искусственные МХ и скоростные характеристики, пуск и реверс АД, тормозные режимы, способы регулирования скорости, включение в однофазную сеть. Переходные процессы АД, потери мощности. Методы и средства контроля параметров АД. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Синхронные ЭМ | Устройство, принцип действия, МХ, пуск и торможение, регулирование напряжения и скорости, области применения синхронных ЭМ. ЭМ специального назначения. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР) | Обобщенные функциональная и структурная схемы, передаточные функции, требования к статическим и динамическим характеристикам в САР. Примеры САР с двигателем постоянного тока | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | Расчет МХ и энергетических показателей ДПТ НВ. КР1 | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | Расчет МХ и энергетических показателей АД. КР2 | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Синхронные ЭМ | Семинар на тему "Принцип действия и основные характеристики синхронных электрических машин" | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР) | КР3. Анализ и синтез электромеханической системы | 4 | ПК-3 |
| | Защита индивидуальных заданий | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

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 |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 3 семестр | | | |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | Исследование электрического двигателя постоянного тока | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | Исследование асинхронного двигателя | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 4 Синхронные ЭМ | Исследование вентильного двигателя | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

5.5. 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 |
|--|--|-----------------|-------------------------|------------------------|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Общие вопросы электрических машин | Подготовка к зачету | 2 | ПК-3 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | Подготовка к зачету | 2 | ПК-3 | Зачёт |
| | Выполнение индивидуального задания | 12 | ПК-3 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | Подготовка к зачету | 2 | ПК-3 | Зачёт |
| | Выполнение индивидуального задания | 12 | ПК-3 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 20 | | |
| 4 Синхронные ЭМ | Подготовка к зачету | 2 | ПК-3 | Зачёт |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-3 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР) | Подготовка к зачету | 2 | ПК-3 | Зачёт |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| Итого за семестр | | 56 | | |
| Итого | | 56 | | |

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 |
|-------------------------|---------------------------|------------|-----------|-----------|--|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | Зачёт, Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование |

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------|--|---|---|------------------|
| 3 семестр | | | | |
| Зачёт | 0 | 0 | 10 | 10 |
| Индивидуальное задание | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Контрольная работа | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Лабораторная работа | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Тестирование | 0 | 0 | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 10 | 20 | 70 | 100 |
| Нарастающим итогом | 10 | 30 | 100 | 100 |

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|-----------------------|--|-----------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | А (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | В (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | С (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |

| | | |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | E (посредственно) |
| | 60 – 64 | |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Обрусник В.П. Электрические машины: Учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 — 207 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/i/-vJSrMdR7y8GyA>.

7.2. Дополнительная литература

1. Электрические машины: Пособие для экзамена. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2001 - 27 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/i/YjIR9lc3W0vbWw>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Обрусник В. П. Электрические машины [Электронный ресурс]: Руководство к организации самостоятельной работы студентов. – Томск: ТУСУР, 2012. – 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/i/DH-WKaRwlrUfUbQ>.

2. Гусев Ю.В., Зайченко Т.Н., Хатников В.И., Вавилова С.К. Методическое пособие по лабораторным занятиям в лаборатории электрических машин и электропреобразовательных устройств. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2018 – 64 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/i/Y1pJ0KInuARcCA>.

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. 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. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2016 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DVIT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- LibreOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория робототехники и ЧПУ технологическим оборудованием: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (5 шт.);
- Робот учебный УР7/3;
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (4 шт.);
- Учебный лабораторный комплекс «Силовые цепи энергетической электроники» включает лабораторные стенды: "Для исследования асинхронных электроприводов" (2шт.), "Для исследования вентильных электроприводов" (2шт.), "Для исследования электроприводов постоянного тока";

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows XP;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.4. 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.

8.5. 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 Общие вопросы электрических машин | ПК-3 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | ПК-3 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

| | | | |
|--|------|------------------------|--|
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | ПК-3 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Синхронные ЭМ | ПК-3 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР) | ПК-3 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

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 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (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) | $\geq 90\%$ 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 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне ориентирования , 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 (удовлетворительно) | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на аналитическом 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 системном 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. |

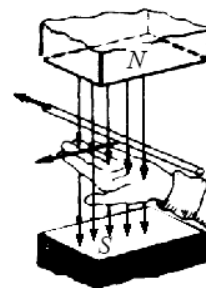
9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Что такое электрическая машина ?

1.
 - совокупность конструктивно объединенных и перемещаемых относительно друг друга элементов
 - электромеханическое устройство, осуществляющее преобразование механической энергии в электрическую
 - электромеханическое устройство, осуществляющее преобразование электрической энергии в механическую
 - электромеханическое устройство, осуществляющее взаимное преобразование механической и электрической энергии

Какое физическое явление поясняет рисунок?

2.
 - Явление возникновения силы, действующей на проводник с током
 - Явление возникновения продольной силы, действующей на движущийся проводник
 - Явление возникновения ЭДС в движущемся проводнике
 - Явление возникновения тока в движущемся проводнике



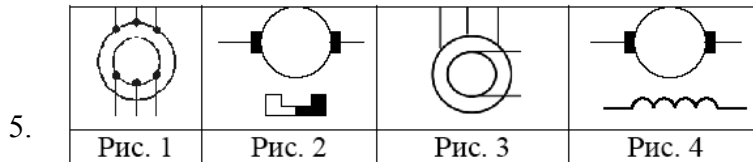
По какой формуле производится пересчет скорости n [об/мин] в скорость ω [рад/с] ?

- 3.
- $\omega = n / 60$
 - $\omega = n \cdot 9,55$
 - $\omega = n \cdot 2\pi / 60$
 - $\omega = n \cdot \pi / 60$

Какой системой переменного тока создается вращающееся магнитное поле ?

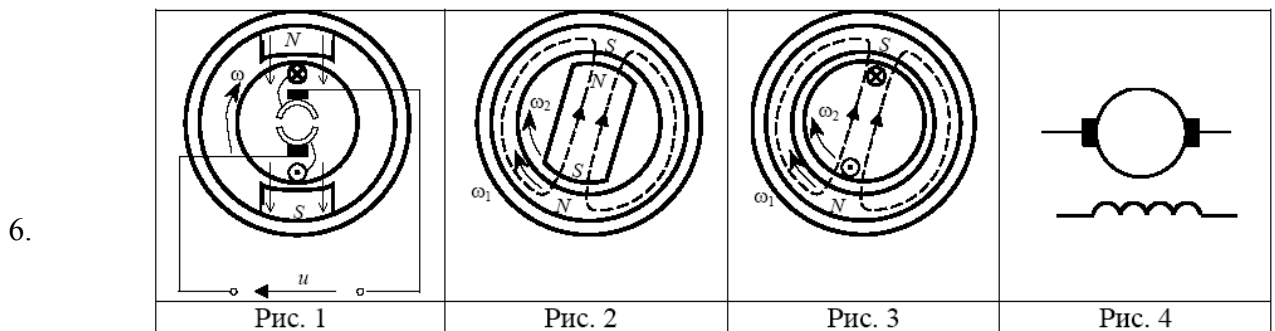
- 4.
- Однофазной
 - Только двухфазной
 - Только трехфазной
 - Многофазной

На каком рисунке изображено условное графическое обозначение асинхронной электрической машины?



- Рис. 1
- Рис. 2
- Рис. 3
- Рис. 4

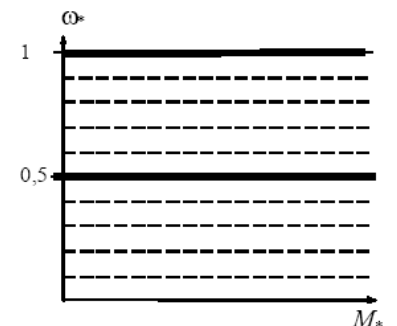
Какой из рисунков иллюстрирует устройство и принцип действия асинхронного двигателя?



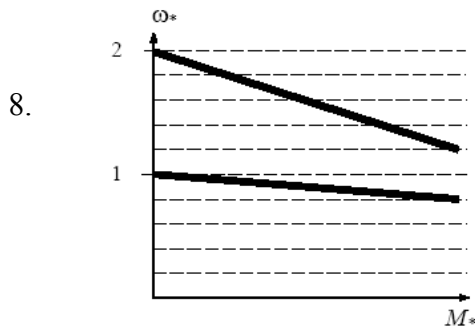
- Рис. 1
- Рис. 2
- Рис. 3
- Рис. 4

Какому способу регулирования соответствует искусственная механическая характеристика двигателя синхронного двигателя, изображенная на рисунке?

- 7.
- пониженному напряжению питания
 - повышенному напряжению питания
 - пониженной частоте питающего напряжения
 - повышенной частоте питающего напряжения



Какому способу регулирования соответствует искусственная механическая характеристика двигателя постоянного тока, изображенная на рисунке?

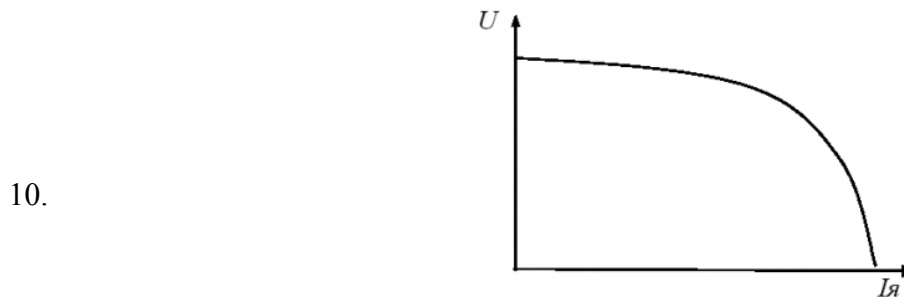


- Увеличение питающего напряжения якоря $U=2U_{ном}$
- ослабление магнитного потока возбуждения $\Phi=0,5\Phi_{ном}$
- увеличение магнитного потока возбуждения $\Phi=0,5\Phi_{ном}$
- добавочное сопротивление в цепи якоря $R_{п} = 2R_{я}$

Что такое реверс электрического двигателя:

- 9.
- Увеличение скорости вращения
 - Уменьшение скорости вращения
 - изменение направления вращения
 - торможение путем отключения от источника электропитания

На рисунке приведена эксплуатационная характеристика электромашинного генератора постоянного тока. Как называется данная характеристика?



- Характеристика холостого хода
- Внешняя характеристика
- Электромеханическая характеристика
- Механическая характеристика

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Принцип действия и основные характеристики электрических машин постоянного тока (генераторов и двигателей)
2. Принцип действия и конструктивное исполнение электрических двигателей постоянного тока, их паспортные данные и основные схемы включения в зависимости от способа включения обмотки возбуждения.
3. Механические и электромеханические характеристики электрических двигателей постоянного тока – аналитический и графический вид характеристик с указанием характерных точек механических характеристик на графиках для различных схем включения.
4. Пуск в ход двигателя постоянного тока с независимым возбуждением: проблемы пуска в ход и методы их решения. Расчет параметров элементов схем включения. Методика построения пусковой диаграммы.
5. Способы регулирования скорости электрических двигателей постоянного тока с независимым возбуждением: схемы включения и графики механических характеристик

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

Содержание и варианты параметров индивидуального задания №1 (ИЗ1)

СОДЕРЖАНИЕ

Исходные данные

Двигатели постоянного тока с независимым возбуждением имеет номинальные данные:

- напряжение якоря, U_n , В
- ток якоря, I_n , А
- мощность, P_n , кВт
- коэффициент полезного действия, η_n
- скорость вращения, n_n , об/мин
- перегрузочная способность по току, λ_I ,
- сопротивление цепи якоря, R_a , Ом
- момент инерции на валу, J , кг·м²

1.

Рассчитать

1. Параметры для естественной МХ
2. Сопротивления для пуска двигателя с токоограничением при числе ступеней m , равном
3. Сопротивление динамического торможения в одну ступень.
4. Сопротивление для реверса (противовключение), в том числе — его добавку к ступеням пускового реостата.
5. Напряжение якоря, допустимое для прямого пуска.
6. Начальный тормозной момент двигателя при уменьшении напряжения якоря скачком до $U/U_n =$. Определить предельно допустимое значение этого напряжения.
7. Параметры МХ двигателя с ненормальным магнитным потоком для увеличения скорости в $\omega_{*ф} =$ раз. Определить при этом допустимое значение электромагнитного момента при номинальном токе якоря.

2. Ниже приведены данные по 51 варианту для ИЗ1

Таблица П2 — Данные для вариантов И31

| Номер варианта КР при значениях параметров | | | | Номинальные данные | | | | | | |
|--|-----|-----------------|-----|--------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------------|
| m | 3 | опреде- лить | 4 | | | | | | | |
| $J, \text{кг}\cdot\text{м}^2$ | 0,4 | 2,6 | 1,2 | | | | | | | |
| U/U_n | 0,8 | 0,7 | 0,6 | | | | | | | |
| $\omega_{*\phi}$ | 1,5 | 1,4 | 1,3 | U_n | I_n | P_n | R_D | n_n | η_n | λ_I |
| D | 3 | 4 | 5 | В | А | кВт | Ом | об/мин | – | – |
| 3. | 1 | 18 | 35 | 110 | 7 | 0,5 | 2,1 | 800 | 0,65 | 2 |
| | 2 | 19 | 36 | 110 | 12,3 | 1 | 0,76 | 1600 | 0,74 | 2 |
| | 3 | 20 | 37 | 220 | 8,5 | 1,5 | 1,48 | 2240 | 0,8 | 2,5 |
| | 4 | 21 | 38 | 440 | 7,8 | 2,5 | 7,8 | 1000 | 0,73 | 2,5 |
| | 5 | 22 | 39 | 110 | 46 | 4 | 0,1 | 1500 | 0,79 | 2 |
| | 6 | 23 | 40 | 220 | 31,2 | 5,5 | 0,6 | 1500 | 0,8 | 2,5 |
| | 7 | 24 | 41 | 440 | 23 | 8,5 | 1,12 | 2240 | 0,84 | 2 |
| | 8 | 25 | 42 | 110 | 15,6 | 1,1 | 0,9 | 750 | 0,64 | 2,5 |
| | 9 | 26 | 43 | 220 | 10,9 | 1,6 | 2,38 | 1000 | 0,67 | 2,5 |
| | 10 | 27 | 44 | 440 | 7,18 | 2,4 | 4,5 | 1600 | 0,76 | 2,5 |
| | 11 | 28 | 45 | 110 | 18,2 | 1,3 | 0,8 | 800 | 0,65 | 2 |
| | 12 | 29 | 46 | 220 | 12,6 | 1,8 | 2,4 | 1000 | 0,65 | 2 |
| | 13 | 30 | 47 | 440 | 9,7 | 3,4 | 3,4 | 1500 | 0,8 | 2 |
| | 14 | 31 | 48 | 220 | 40 | 7,5 | 0,24 | 1500 | 0,85 | 2 |
| | 15 | 32 | 49 | 110 | 82 | 7,5 | 0,1 | 3000 | 0,83 | 2,5 |
| | 16 | 33 | 50 | 220 | 22,2 | 4 | 0,78 | 2200 | 0,81 | 2 |
| | 17 | 34 | 51 | 120 | 115 | 11,3 | 0,1 | 685 | 0,82 | 2,4 |

Содержание И32

1. Номинальные данные АД

| | |
|--|---------|
| напряжение статора $U_{1л}/U_{1ф}$, В | 380/220 |
| частота напряжения статора $f_{1н}$, Гц | 50 |
| мощность P_n , кВт | |
| номинальный ток <i>фазы</i> статора $I_{1н}$, А | |
| кратность пускового тока $I_{1пв}/I_{1н}$ | |
| 4. перегрузочная способность по моменту | |
| скорость вращения n_n , об/мин | |
| коэффициент мощности $\cos\varphi_n$ | |
| момент инерции ротора J , кг·м ² | |

2. Рассчитать

2.1. Параметры и величины естественной МХ; записать по ним формулу этой МХ

2.2. Сопротивления обмоток.

2.3. Параметры и формулу искусственной МХ при пуске АД с ограничением пускового тока в пределах $I_{1пв}/I_{1н} = \dots$ за счет \dots

Таблица ПЗ — Данных для вариантов И32

| Номер варианта КР2 при значениях параметров | | | | | Номинальные данные | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------------|--------|------------------|-------------|-----------------|-------------------|-----------------|--|
| Способ огранич. тока | $R_{1\partial}$ | $R_{2\partial}$ | $X_{1\partial}$ | $U < U_{1н}$ | | | | | | | | |
| $I_{1н}/I_{1н}$ | 1,8 | 2 | 2,3 | 2,5 | | | | | | | | |
| $f_{1мак}/f_{1н}$ | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 1,5 | | | | | | | | |
| $f_{1мин}/f_{1н}$ | 0,8 | 0,7 | 0,75 | 0,65 | P_n | n_n | $I_{1н} \varphi$ | λ_m | $\cos\varphi_n$ | J | $I_{кс}/I_{1н}$ | |
| M_c/M_n | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1 | кВт | об/мин | А | — | — | кг·м ² | — | |
| 5. | 1 | 18 | 35 | 52 | 1 | 2700 | 2,4 | 2,2 | 0,87 | 0,1 | 5,5 | |
| | 2 | 19 | 36 | 53 | 1,9 | 2750 | 4,4 | 2,2 | 0,86 | 0,18 | 6,5 | |
| | 3 | 20 | 37 | 54 | 3,5 | 2780 | 7,7 | 2,2 | 0,86 | 0,35 | 6,5 | |
| | 4 | 21 | 38 | 55 | 6,3 | 2800 | 10,3 | 2,2 | 0,86 | 0,75 | 7,5 | |
| | 5 | 22 | 39 | 56 | 11 | 2840 | 24 | 2,4 | 0,89 | 1,25 | 7,5 | |
| | 6 | 23 | 40 | 57 | 16 | 940 | 26 | 2,1 | 0,85 | 0,2 | 6,5 | |
| | 7 | 24 | 41 | 58 | 22 | 910 | 43 | 2,1 | 0,92 | 0,4 | 6,5 | |
| | 8 | 25 | 42 | 59 | 28 | 920 | 55 | 2,1 | 0,91 | 0,45 | 6,5 | |
| | 9 | 26 | 43 | 60 | 1,2 | 600 | 4,4 | 2 | 0,64 | 0,1 | 4 | |
| | 10 | 27 | 44 | 61 | 6 | 690 | 16,9 | 2 | 0,7 | 0,6 | 6 | |
| | 11 | 28 | 45 | 62 | 0,6 | 660 | 2,5 | 2 | 0,63 | 0,04 | 4 | |
| | 12 | 29 | 46 | 63 | 2 | 2780 | 4,8 | 1,9 | 0,86 | 0,1 | 5 | |
| | 13 | 30 | 47 | 64 | 5 | 2900 | 11 | 1,8 | 0,89 | 0,18 | 7,5 | |
| | 14 | 31 | 48 | 65 | 7,5 | 720 | 14,3 | 2,2 | 0,78 | 0,15 | 5 | |
| | 15 | 32 | 49 | 66 | 0,75 | 1370 | 2,2 | 2,2 | 0,72 | 0,15 | 5 | |
| | 16 | 33 | 50 | 67 | 0,75 | 695 | 2,7 | 1,7 | 0,62 | 0,2 | 4 | |
| | 17 | 34 | 51 | 68 | 2,2 | 720 | 6,2 | 2,2 | 0,71 | 0,25 | 6 | |

5@

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. КР1. Расчет МХ и показателей ДПТ НВ [стр. 15-21].
2. КР2. Расчет параметров и показателей АД [стр. 21-25]
3. КР3. Анализ и синтез электромеханической системы [стр. 26-32]
4. Пример варианта КР1 приведен ниже
5. Пример варианта КР2 приведен ниже
6. Пример варианта КР3 приведен ниже

КР1. Расчет МХ и показателей ДПТ НВ [стр. 15-21].

Дан ДПТ независимого возбуждения с номинальными данными: питающее напряжение 220 В; ток нагрузки 10 А; скорость вращения 200 рад/с; сопротивление якоря 2 Ом; коэффициент полезного действия 0,85.

Необходимо:

1. Построить естественную механическую характеристику.
2. Построить искусственные механические характеристики для случаев: а) напряжение на

якоре составляет 40% от номинального; б) поток возбуждения уменьшен на 40%

2. КР2. Расчет параметров и показателей АД [стр. 21-25].

Трехфазный АД имеет номинальные данные для одной фазы: напряжение 220 В, частота 50 Гц, мощность 2,4 кВт, пусковой ток 27 А, номинальный ток 5,5 А, перегрузочная способность по моменту 2,5, номинальная скорость 1410 об/мин, момент холостого хода 0,1 от номинального, момент инерции 0,04 кг·м², коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,85$.

Необходимо определить:

1. Приблизительно, активные сопротивления статора и ротора (приведенное), если их соотношение равно 1,5.
2. Естественный пусковой момент двигателя и установить является ли он достаточным для запуска двигателя при номинальном моменте нагрузки.
3. На сколько изменятся относительно естественных значений максимальный и пусковой моменты, если за счет добавочного активного сопротивления в статоре пусковой ток ограничен до 2,5 от номинального значения.
4. Остановится или нет двигатель, работающий с моментом нагрузки 1,1 номинального значения, если напряжение сети уменьшится на 40 %.
5. Каким будет время переходного процесса приема и сброса нагрузки на естественной характеристике?
6. Какой будет длительность свободного торможения (выбегом) при моменте на валу, равном 0,5 номинального значения?
7. Чему равны КПД и входная мощность двигателя при номинальной нагрузке?

3. КР3. Анализ и синтез электромеханической системы [стр. 26-32]

Электродвигатель с моментом инерции 0,1 кг·м² вращает через редуктор с передаточным числом 10 и КПД = 0,8 механизм с моментом инерции 8 кг·м², обеспечивая ему скорость 12 рад/с и нагрузочный момент 120 Н·м.

Определить скорость, момент и мощность на валу двигателя, время торможения системы после отключения двигателя.

Нарисовать схему механического звена электромеханической системы и расставить обозначения переменных, используемых в задаче.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование электрического двигателя постоянного тока
2. Исследование асинхронного двигателя
3. Исследование вентильного двигателя

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 / электронном журнале 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, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко | Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73 |

ЭКСПЕРТЫ:

| | | |
|---------------------|----------------|--|
| Профессор, каф. ПрЭ | Н.С. Легостаев | Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579- bbc4-ee49773dfd8d |
| Доцент, каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0- b2ab-bc9421935400 |

РАЗРАБОТАНО:

| | | |
|---------------------|---------------|--|
| Профессор, каф. ПрЭ | Т.Н. Зайченко | Разработано, e2f6f278-7df5-4ac2- 974a-10638be62335 |
|---------------------|---------------|--|