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 учебной работе

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c
Владелец: Сенченко 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 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	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

Томск

Согласована на портале № 61448

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, статистических 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		
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знает основные принципы проведения организации эксперимента при исследовании ЭМ, опасные режимы работы ЭМ, приемы обработки и представления экспериментальных данных
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований ЭМ
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеет навыками проведения эксперимента при исследовании ЭМ, оценивает режим работы ЭМ, приемами обработки и представления экспериментальных данных

Согласована на портале № 61448

ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1. Знает принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации, а также методы и средства обеспечения информационной безопасности	Знает принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации для методик расчета параметров и характеристик ЭМ
	ОПК-3.2. Умеет работать с источниками информации и базами данных, а также решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации	Умеет обрабатывать результаты экспериментальных исследований, выполнять расчеты параметров и характеристик ЭМ с помощью средств автоматизации и системы автоматизации вычислений MathCAD
	ОПК-3.3. Владеет практическими навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате необходимой информации и обеспечения информационной безопасности при решении задач в области профессиональной деятельности	Владеет практическими навыками обработки результаты экспериментальных исследований, выполнения расчетов параметров и характеристик ЭМ с помощью средств автоматизации и системы автоматизации вычислений MathCAD
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 61448

ПКС-10. Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПКС-10.1. Знает эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Знает эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик ЭМ
	ПКС-10.2. Умеет ргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Умеет аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик ЭМ
	ПКС-10.3. Владеет навыками выбора и реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Владеет навыками выбора и реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик ЭМ

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

Согласована на портале № 61448

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	ОПК-2
2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	4	4	6	20	34	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
3 Асинхронные двигатели (АД)	4	4	6	20	34	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
4 Синхронные ЭМ	4	2	4	6	16	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	4	8	-	6	18	ОПК-2, ОПК-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			

Согласована на портале № 61448

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	ОПК-2
	Итого	2	
2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	Устройство, принцип действия и классификация ЭМ ПТ по способам возбуждения. Основные характеристики ге-нераторов 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	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
	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	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
	Итого	4	
4 Синхронные ЭМ	Устройство, принцип действия, МХ, пуск и торможение, регулирование напряжения и скорости, области применения синхронных ЭМ. ЭМ специального назначения.	4	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
	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	ОПК-2, ОПК-3
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

Согласована на портале № 61448

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	ОПК-3
	Итого	4	
3 Асинхронные двигатели (АД)	Расчет МХ и энергетических показателей АД. КР2	4	ОПК-3
	Итого	4	
4 Синхронные ЭМ	Семинар на тему "Принцип действия и основные характеристики синхронных электрических машин"	2	ОПК-3
	Итого	2	
5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	КР3. Анализ и синтез электромеханической системы	4	ОПК-3
	Защита индивидуальных заданий	4	ОПК-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	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
	Итого	6	
3 Асинхронные двигатели (АД)	Исследование асинхронного двигателя	6	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
	Итого	6	
4 Синхронные ЭМ	Исследование вентильного двигателя	4	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10
	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

Согласована на портале № 61448

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Общие вопросы электрических машин	Подготовка к зачету	2	ОПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-2	Тестирование
	Итого	4		
2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	Подготовка к зачету	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Зачёт
	Выполнение индивидуального задания	12	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Тестирование
	Итого	20		
3 Асинхронные двигатели (АД)	Подготовка к зачету	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Зачёт
	Выполнение индивидуального задания	12	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Тестирование
	Итого	20		
4 Синхронные ЭМ	Подготовка к зачету	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Зачёт
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Тестирование
	Итого	6		
5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	Подготовка к зачету	2	ОПК-3	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3	Тестирование
	Итого	6		

Согласована на портале № 61448

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.	
ОПК-2	+		+	+	Зачёт, Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование
ОПК-3	+	+	+	+	Зачёт, Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование
ПКС-10	+		+	+	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

Согласована на портале № 61448

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	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Электрические машины/ М. М. Кацман. - М. : Академия, 2012. - 496 с. – Базовый учебник (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).
2. Электрические машины / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. - СПб. [Электронный ресурс]: Лань, 2017. - 300 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/95139/#2.

7.2. Дополнительная литература

1. Обрусник В.П. Электрические машины [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. - 207 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://sdo.tusur.ru/pluginfile.php/340162/mod_resource/content/1/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82.%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D1%8B_%D0%A3%D0%9F.pdf.

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 по специальности 210106 "Промышленная электроника". – Томск: ТУСУР, 2012. – 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://sdo.tusur.ru/pluginfile.php/340163/mod_resource/content/1/%D0%AD%D0%9C_%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE.pdf.
2. Михальченко Г.Я., Бусаков И.Т., Муликов Д.С. Электрические машины. Руководство к выполнению лабораторных работ для студентов профиля «Промышленная электроника»Томск, ТУСУР, 2022 г. - 63 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://sdo.tusur.ru/pluginfile.php/483440/mod_resource/content/2/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%D0%9B%D0%A0%20201%D0%B0%20%D0%92%D0%A1%D0%95.pdf.

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.

Согласована на портале № 61448

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, 201б 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;

Согласована на портале № 61448

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, 201 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	ОПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 61448

2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	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)	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	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	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	ОПК-2, ОПК-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

Согласована на портале № 61448

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)	≥ 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

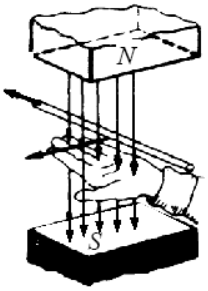
Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной 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

1. Что такое электрическая машина ?
   - 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

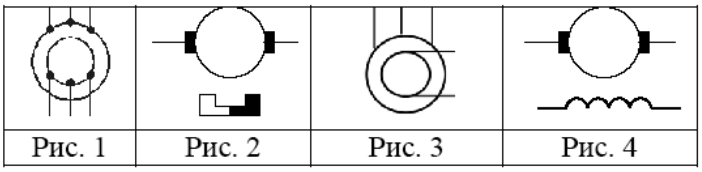
Согласована на портале № 61448

2. Какое физическое явление поясняет рисунок?

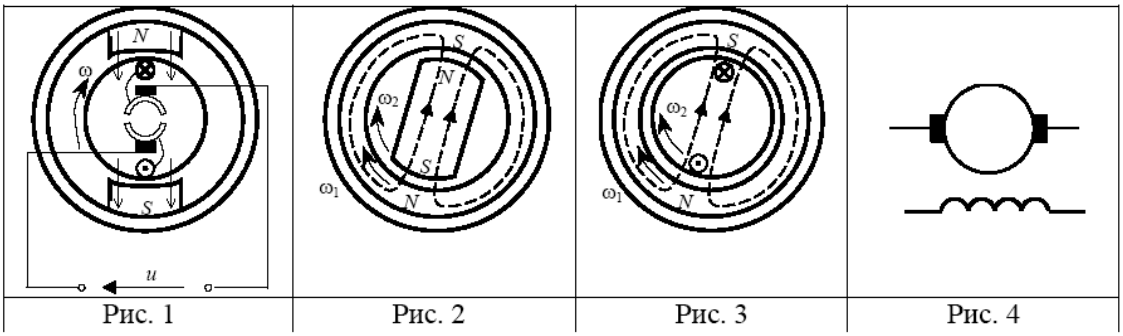


- Явление возникновения силы, действующей на проводник с током
- Явление возникновения продольной силы, действующей на движущийся проводник
- Явление возникновения ЭДС в движущемся проводнике
- Явление возникновения тока в движущемся проводнике

3. По какой формуле производится пересчет скорости n [об/мин] в скорость ω [рад/с] ?
   - $\omega = n/60$
   - $\omega = n \cdot 9{,}55$
   - $\omega = n \cdot 2\pi/60$
   - $\omega = n \cdot \pi/60$
4. Какой системой переменного тока создается вращающееся магнитное поле ?
   - Однофазной
   - Только двухфазной
   - Только трехфазной
   - Многофазной
5. На каком рисунке изображено условное графическое обозначение асинхронной электрической машины?



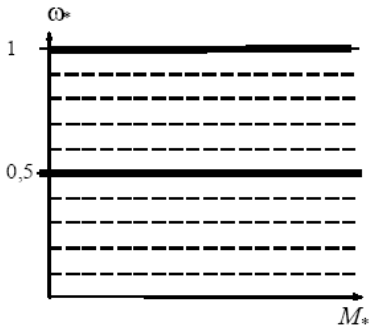
   - Рис. 1
   - Рис. 2
   - Рис. 3
   - Рис. 4
6. Какой из рисунков иллюстрирует устройство и принцип действия асинхронного двигателя?



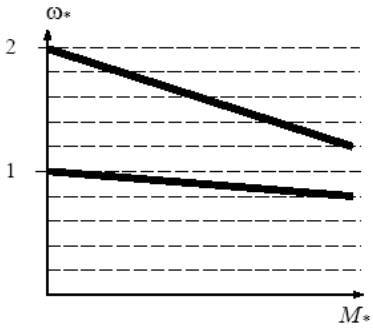
   - Рис. 1
   - Рис. 2
   - Рис. 3
   - Рис. 4

Согласована на портале № 61448

7. Какому способу регулирования соответствует искусственная механическая характеристика двигателя синхронного двигателя, изображенная на рисунке?
   - пониженному напряжению питания
   - повышенному напряжению питания
   - пониженной частоте питающего напряжения
   - повышенной частоте питающего напряжения

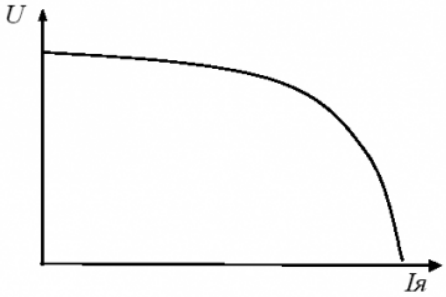


8. Какому способу регулирования соответствует искусственная механическая характеристика двигателя постоянного тока, изображенная на рисунке?



   - Увеличение питающего напряжения якоря U=2Uном
   - ослабление магнитного потока возбуждения Ф=0,5Фном
   - увеличение магнитного потока возбуждения Ф=0,5Фном
   - добавочное сопротивление в цепи якоря Rп = 2Rя

9. Что такое реверс электрического двигателя:
   - Увеличение скорости вращения
   - Уменьшение скорости вращения
   - изменение направления вращения
   - торможение путем отключения от источника электропитания
10. 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

Согласована на портале № 61448

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

1.

Содержание и варианты параметров индивидуального задания №1 (ИЗ1)

СОДЕРЖАНИЕ

Исходные данные

Двигатели постоянного тока с независимым возбуждением имеет номинальные данные:

напряжение якоря, $U_н$, В . . . . . .

ток якоря, $I_н$, А . . . . . .

мощность, $P_н$, кВт . . . . . .

коэффициент полезного действия, $\eta_н$ . . . . . .

скорость вращения, $n_н$, об/мин . . . . . .

перегрузочная способность по току, λ_I, ...

сопротивление цепи якоря, $R_я$, Ом . . . . . .

момент инерции на валу, J, кг·м^2 . . . . . .

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 $U/U_н =$. . . . . Определить предельно допустимое значение этого напряжения.
7. Параметры МХ двигателя с неноминальным 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

Согласована на портале № 61448

3. Таблица П2 — Данные для вариантов И31

Номер варианта КР при значениях параметров				Номинальные данные						
m	3	определить	4							
J, кг·м^2	0,4	2,6	1,2							
$U/U_н$	0,8	0,7	0,6							
$\omega_{*ф}$	1,5	1,4	1,3	$U_н$	$I_н$	$P_н$	$R_Д$	$n_н$	$\eta_н$	λ_I
D	3	4	5	В	А	кВт	Ом	об/мин	–	–
	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

Согласована на портале № 61448

4.

Содержание ИЗ2

1. Номинальные данные АД

напряжение статора $U_{1л}/U_{1ф}$, В 380/220

частота напряжения статора $f_{1н}$, Гц 50

мощность $P_н$, кВт . . . . . .

номинальный ток ***фазы*** статора $I_{1н}$, А . . . . . .

кратность пускового тока $I_{1п}/I_{1н}$ . . . . . .

перегрузочная способность по моменту . . . . . .

скорость вращения $n_н$, об/мин . . . . . .

коэффициент мощности $cos\varphi_н$ . . . . . .

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 $I_{1п}/I_{1н}$ = ... за счет . . . . .

Согласована на портале № 61448

5. Таблица П3 — Данных для вариантов ИЗ2

Номер варианта КР2 при значениях параметров					Номинальные данные						
Способ огранич. тока	$R_{1д}$	$R_{2д}$	$X_{1д}$	$U < U_{1н}$							
$I_{1п}/I_{1н}$	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	$P_н$	$n_н$	$I_{1н ф}$	$\lambda_м$	$cos\varphi_н$	J	$I_{к е}/I_{1н}$
$M_c/M_н$	0,6	0,7	0,8	1	кВт	об/мин	А	–	–	кг·м 2	–
	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

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, пуско-
вой ток 27 А, номинальный ток 5,5 А, перегрузочная способность по моменту 2,5, номинальная скорость 1410 об/мин, мо-
мент холостого хода 0,1 от номинального, момент инерции 0,04 кг·м2, коэффициент мощности cosjH = 0,85.

Необходимо определить:

1. Приближенно, 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 номи-
нальном моменте нагрузки.
3. На сколько изменятся относительно естественных значений максимальный и пусковой моменты, если за счет доба-
вочного 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 значе-
ния?
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, использующихся 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:

Согласована на портале № 61448

– 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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,

Согласована на портале № 61448

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.

Согласована на портале № 61448

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 12 от «14» 12 2020 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
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

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

Согласована на портале № 61448