

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: 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 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

## 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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
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

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 результатов экспериментальных исследований, выполнения расчетов параметров и характеристик ЭМ с помощью средств автоматизации и системы автоматизации вычислений MathCAD
<b>Профессиональные компетенции</b>		

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 аргументированно 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
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18

Лабораторные занятия	16	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	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
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	108	108
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	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
<b>3 семестр</b>						
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
<b>3 семестр</b>			

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 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	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	

### 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
<b>3 семестр</b>			
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
<b>3 семестр</b>			
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

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>3 семестр</b>				
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 автоматического-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		



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
<b>3 семестр</b>				
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	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
65 – 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 – 64	E (посредственно)
	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](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](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](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.

**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;

#### 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

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

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 <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 (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.

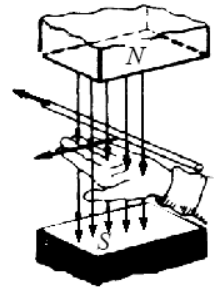
### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

#### 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

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



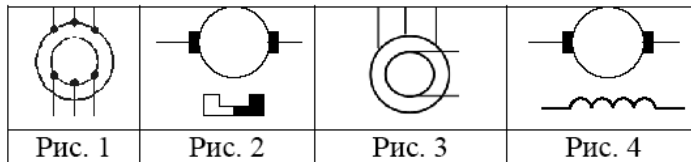
3. По какой формуле производится пересчет скорости  $n$  [об/мин] в скорость  $\omega$  [рад/с] ?

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

4. Какой системой переменного тока создается вращающееся магнитное поле ?

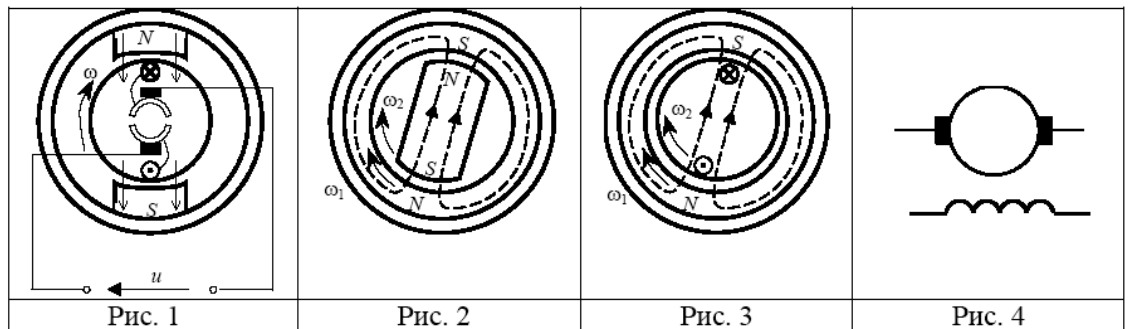
- Однофазной
- Только двухфазной
- Только трехфазной
- Многофазной

5. На каком рисунке изображено условное графическое обозначение асинхронной электрической машины?



- Рис. 1
- Рис. 2
- Рис. 3
- Рис. 4

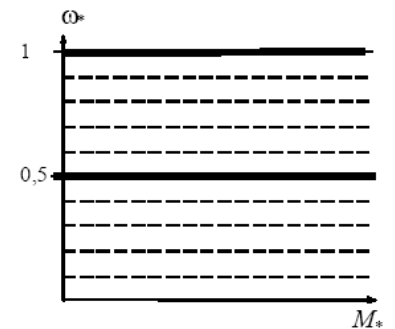
6. Какой из рисунков иллюстрирует устройство и принцип действия асинхронного двигателя?



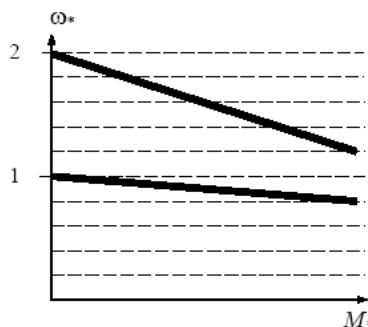
- Рис. 1
- Рис. 2
- Рис. 3
- Рис. 4

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?

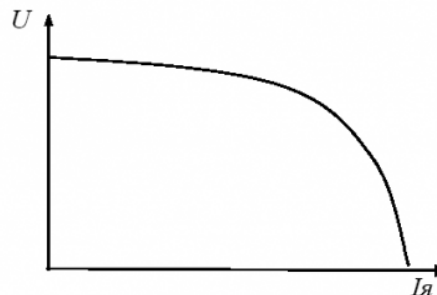


- Увеличение питающего напряжения якоря  $U=2U_{ном}$
- ослабление магнитного потока возбуждения  $\Phi=0,5\Phi_{ном}$
- увеличение магнитного потока возбуждения  $\Phi=0,5\Phi_{ном}$
- добавочное сопротивление в цепи якоря  $R_{п} = 2R_{я}$

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



- 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, $U_n$ , В	.....
ток якоря, $I_n$ , А	.....
мощность, $P_n$ , кВт	.....
коэффициент полезного действия, $\eta_n$	.....
скорость вращения, $n_n$ , об/мин	.....
перегрузочная способность по току, $\lambda_I$ ,	.....
сопротивление цепи якоря, $R_a$ , Ом	.....
момент инерции на валу, $J$ , кг·м <sup>2</sup>	.....

#### 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

3. 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	$U_n$	$I_n$	$P_n$	$R_D$	$n_n$	$\eta_n$	$\lambda_I$
$D$	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

## 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 $I_{1п}/I_{1н}$ . . . . .	
перегрузочная способность по моменту . . . . .	
скорость вращения $n_n$ , об/мин . . . . .	
коэффициент мощности $\cos\varphi_n$ . . . . .	
момент инерции ротора $J$ , кг·м <sup>2</sup> . . . . .	

## 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  $I_{1п}/I_{1н} = \dots$  за счет  $\dots$

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	$P_n$	$n_n$	$I_{1н} \varphi$	$\lambda_m$	$\cos\varphi_n$	$J$	$I_{кс}/I_{1н}$	
$M_c/M_n$	0,6	0,7	0,8	1	кВт	об/мин	А	–	–	кг·м <sup>2</sup>	–	
	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, 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·м<sup>2</sup>, 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·м<sup>2</sup> вращает через редуктор с передаточным числом 10 и КПД = 0,8 механизм с моментом инерции 8 кг·м<sup>2</sup>, 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:

– 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,

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 № 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-4aba- 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
---------------------	---------------	--