МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электроника, микроэлектроника и программирование цифровых устройств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83228

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Цель преподавания дисциплины – формирование знаний по принципу действия электрических машин (ЭМ) постоянного и переменного тока, по использованию ЭМ в электроприводах постоянного и переменного тока, по схемам включения ЭМ; формирование умений расчета характеристик ЭМ и навыков исследования параметров и характеристик ЭМ.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить конструктивное исполнения ЭМ постоянного и переменного тока и схемы их включения.
2. Знать способы регулирования скорости двигателей постоянного и переменного тока, способы пуска и торможения двигателей, проблемы пуска и торможения и методы их решения.
3. Знать способы регулирования напряжения электромашинных генераторов постоянного и переменного тока.
4. Уметь рассчитывать схемы включения двигателей постоянного тока и асинхронного двигателя для режимов пуска, торможения и регулирования скорости, рассчитывать переходные процессы в ЭМ в составе электропривода.
5. Получить навыки измерения параметров и характеристик генераторов и двигателей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01.ДВ.02.01.
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,

Согласована на портале № 83228

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
		5 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 тестированию	10	10
Подготовка к зачету с оценкой	10	10
Выполнение индивидуального задания	22	22
Подготовка к контрольной работе	6	6
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6
Подготовка к семинару / семинару-конференции	2	2
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
5 семестр						
1 Общие вопросы электрических машин	2	2	-	4	8	ПК-3
2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	4	4	10	18	36	ПК-3
3 Асинхронные двигатели (АД)	4	4	6	20	34	ПК-3
4 Синхронные ЭМ	4	2	-	6	12	ПК-3
5 ЭМ в системах автоматического регулирования (САР)	4	6	-	8	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

Согласована на портале № 83228

5 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	

Согласована на портале № 83228

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
5 семестр			
1 Общие вопросы электрических машин	Семинар 1. Конструктивное исполнение электрических машин	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	Расчет параметров и построение механических характеристик двигателя постоянного тока. КР1	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Асинхронные двигатели (АД)	Расчет параметров асинхронного двигателя. КР2	4	ПК-3
	Итого	4	
4 Синхронные ЭМ	Семинар 2. Синхронные генераторы и двигатели	2	ПК-3
	Итого	2	
5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	Защита индивидуальных заданий	4	ПК-3
	Семинар 3. Электрический привод постоянного и переменного тока	2	ПК-3
	Итого	6	
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
5 семестр			
2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	Исследование электромашинных генераторов как источников первичного электропитания	6	ПК-3
	Исследование системы электропривода с исполнительным двигателем постоянного тока	4	ПК-3
	Итого	10	
3 Асинхронные двигатели (АД)	Исследование универсального асинхронного двигателя	6	ПК-3
	Итого	6	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

Согласована на портале № 83228

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
5 семестр				
1 Общие вопросы электрических машин	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	4		
2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	Выполнение индивидуального задания	10	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
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	18		
3 Асинхронные двигатели (АД)	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
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	20		

Согласована на портале № 83228

4 Синхронные ЭМ	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Итого	6		
5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к семинару / семинару-конференции	2	ПК-3	Семинар / семинар-конференция
	Итого	8		
Итого за семестр		56		
Итого		56		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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 с оценкой, Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Семинар / семинар-конференция, 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
5 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	10	10
Индивидуальное задание	0	0	20	20
Контрольная работа	10	10	0	20
Лабораторная работа	0	10	20	30
Тестирование	0	0	10	10

Согласована на портале № 83228

Семинар / семинар-конференция	0	5	5	10
Итого максимум за период	10	25	65	100
Нарастающим итогом	10	35	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)
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. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника:/ В.А. Скорняков, В. Я. Фролов. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 176 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/485120.

7.2. Дополнительная литература

1. Иванов И. И. Электротехника и основы электроники : учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 736 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/460727.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электрические машины: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Т. Н. Зайченко - 2023. 44 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10988.

2. Методические указания по выполнению лабораторных работ: в лаборатории электрических машин и электропреобразовательных устройств / Т. Н. Зайченко, Ю. В. Гусев, В. И. Хатников, С. К. Вавилова - 2023. 64 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10842.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц

Согласована на портале № 83228

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

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.);

Согласована на портале № 83228

- 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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

Согласована на портале № 83228

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 с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ)	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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 с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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 с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 ЭМ в системах автоматическо-го регулирования (САР)	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Семинар / семинар-конференция	Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций

Согласована на портале № 83228

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 **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.

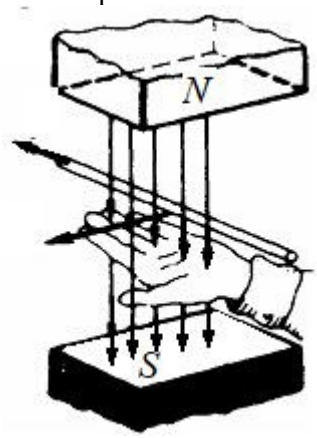
Согласована на портале № 83228

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

2. Какое физическое явление поясняет рисунок?



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

3. По какой формуле производится пересчет скорости n [об/мин] в скорость ω [рад/с] ?
   1. $\omega = n /60$
   2. $\omega = n \cdot 9{,}55$
   3. $\omega = n \cdot 2\pi /60$
   4. $\omega = n \cdot \pi /60$

4. Какой системой переменного тока создается вращающееся магнитное поле ?
   1. Однофазной
   2. Только двухфазной
   3. Только трехфазной
   4. Многофазной

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

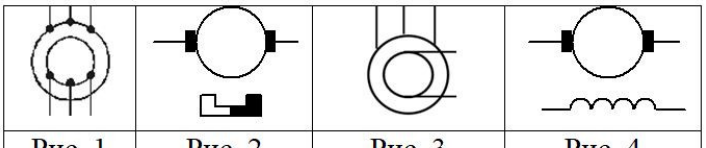


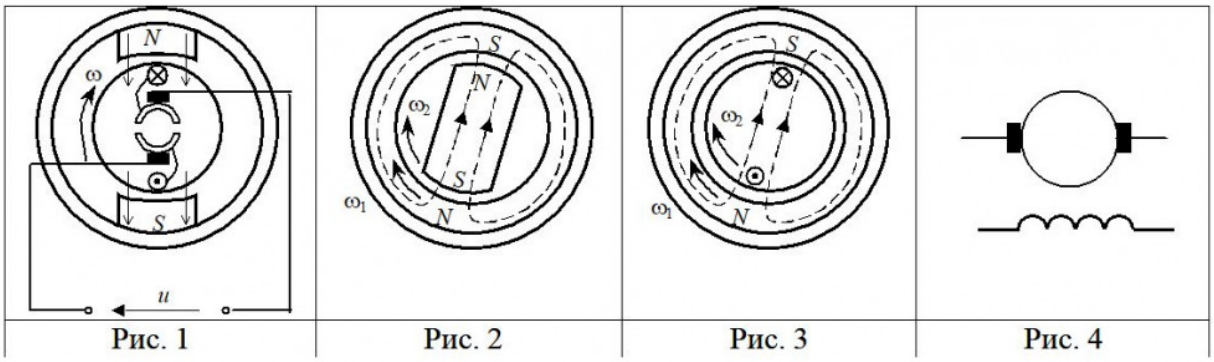
Рис. 1	Рис. 2	Рис. 3	Рис. 4

   1. Рис. 1

Согласована на портале № 83228

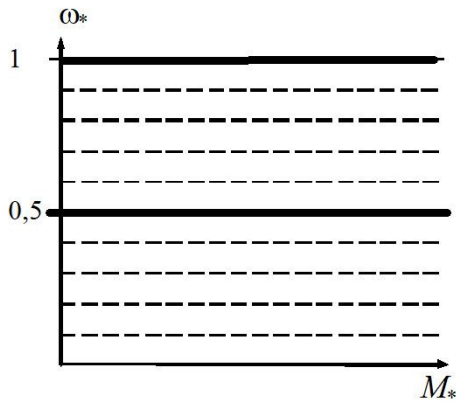
2. Рис. 2
3. Рис. 3
4. Рис. 4

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



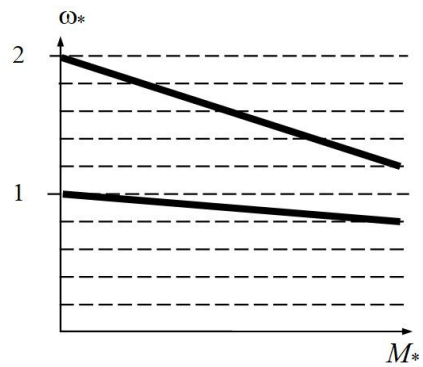
1. Рис. 1
2. Рис. 2
3. Рис. 3
4. Рис. 4

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



1. Пониженному напряжению питания
2. Повышенному напряжению питания
3. Пониженной частоте питающего напряжения
4. Повышенной частоте питающего напряжения

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



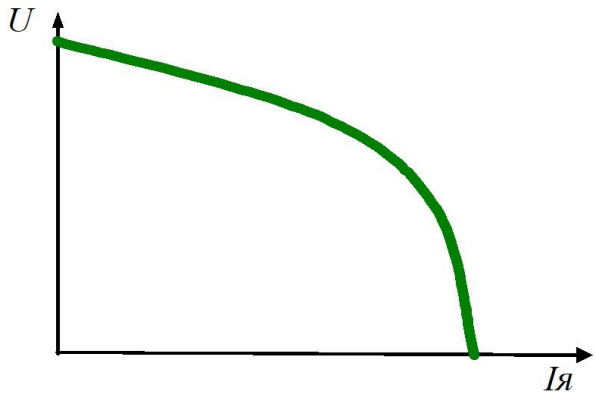
1. Увеличение питающего напряжения якоря U=2Uном
2. Ослабление магнитного потока возбуждения Ф=0,5Фном
3. Увеличение магнитного потока возбуждения Ф=2Фном

Согласована на портале № 83228

4. Добавочное сопротивление в цепи якоря Rп = 2Rя

9. Что такое реверс электрического двигателя
   1. Увеличение скорости вращения
   2. Уменьшение скорости вращения
   3. Изменение направления вращения
   4. Торможение путем отключения от источника электропитания

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



   1. Характеристика холостого хода
   2. Внешняя характеристика
   3. Электромеханическая характеристика
   4. Механическая характеристика

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Электромашинный генератор постоянного тока. Устройство, принцип действия и схемы включения
2. Поясните принцип самовозбуждения генераторов постоянного тока. Ответ поясните с помощью графика
3. Пуск в ход двигателя постоянного тока. Проблемы и методы их решения.
4. Электромашинные генераторы переменного тока. Устройство, принцип действия и схемы включения.
5. Асинхронный двигатель. Устройство, принцип действия и схемы включения.
6. Синхронный двигатель. Устройство, принцип действия и схемы включения.

9.1.3. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

Согласована на портале № 83228

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 . . . . . .

1. 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 № 83228

Таблица П2 — Данные для вариантов И31

Номер варианта КР при значениях параметров				Номинальные данные						
m	3	опреде-лить	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	–	–
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

Согласована на портале № 83228

Содержание И32

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 $I_{1п\,в}/I_{1н}$ . . . . . .

4. 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 № 83228

Таблица П3 — Данных для вариантов И32

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							
$f_{1маж}/f_{1н}$	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	$I_{к е}/I_{1н}$
$M_с/M_н$	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. Контрольная работа № 1 по курсу "Электрические машины" ВАРИАНТ 1
   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%; в) имеется последовательно включенное сопротивление в 4 раза превышающее сопротивление якоря; г) якорь шунтируется сопротивлением 8 Ом и в сеть включается через последовательное сопротивление 8 Ом.
   3. Определить значения скорости при номинальной нагрузке для всех характеристик в п. 2 (в рад/с).
   4. Определить КПД при номинальной нагрузке для характеристики пункта 2а

Согласована на портале № 83228

контрольной работы. Нарисовать схему включения ДПТ НВ п. 2.___, для которого был рассчитан КПД.

2. Контрольная работа № 1 по курсу "Электрические машины" ВАРИАНТ 2
   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 0,82
   Необходимо:
   1. Построить естественную механическую характеристику.
   2. Построить искусственные механические характеристики для случаев: а) напряжение на якоре составляет 20% от номинального; б) поток возбуждения уменьшен на 20%; в) имеется последовательно включенное сопротивление в 3 раза превышающее сопротивление якоря; г) якорь шунтируется сопротивлением 6 Ом и в сеть включается через последовательное сопротивление 6 Ом.
   3. Определить значения скорости при номинальной нагрузке для всех характеристик в п. 2 (в рад/с).
   4. Определить КПД при номинальной нагрузке для характеристики пункта 2б контрольной работы. Нарисовать схему включения ДПТ НВ п. 2.___, для которого был рассчитан КПД.
3. Контрольная работа № 1 по курсу "Электрические машины" ВАРИАНТ 3
   Дан ДПТ независимого возбуждения с номинальными данными: питающее напряжение 220 В ток нагрузки 20 А скорость вращения 200 рад/с сопротивление якоря 1 Ом коэффициент полезного действия 0,85
   Необходимо: 1.
   Построить естественную механическую характеристику.
   2. Построить искусственные механические характеристики для случаев: а) напряжение на якоре составляет 50% от номинального; б) поток возбуждения уменьшен на 40%; в) имеется последовательно включенное сопротивление в 4 раза превышающее сопротивление якоря; г) якорь шунтируется сопротивлением 6 Ом и в сеть включается через последовательное сопротивление 4 Ом.
   3. Определить значения скорости при номинальной нагрузке для всех характеристик в п. 2 (в рад/с).
   4. Определить КПД при номинальной нагрузке для характеристики пункта 2в контрольной работы. Нарисовать схему включения ДПТ НВ п. 2.___, для которого был рассчитан КПД.

4. Контрольная работа № 2 по дисциплине «Электрические машины» Вариант 1
   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 2 , коэффициент мощности cos□H = 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 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?
   Нарисовать:
   1. ЕМХ с учетом паспортных данных и Мпе из п. 2.

Согласована на портале № 83228

2. Схему включения для п. 3.
3. ЕМХ и ИМХ для п. 3 и п.4

5. Контрольная работа № 2 по дисциплине «Электрические машины» Вариант 2
Трехфазный АД имеет номинальные данные для одной фазы: напряжение 220 В, частота 50 Гц, мощность 7 кВт, пусковой ток 109 А, номинальный ток 16,5 А, перегрузочная способность по моменту 2,5, номинальная скорость 1445 об/мин, момент холостого хода 0,08 от номинального, момент инерции 0,05 кг·м 2 , коэффициент мощности cos□Н = 0,76.
Необходимо определить:
1. Приближенно, активные сопротивления статора и ротора (приведенное), если их соотношение равно 0,9.
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 роторе пусковой ток ограничен до 2,5 от номинального значения.
4. Остановится или нет двигатель, работающий с моментом нагрузки 1,0 номинального значения, если напряжение сети уменьшится на 50%.
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 1,0 номинального значения?
7. Чему равны КПД и входная мощность двигателя при номинальной нагрузке?
Нарисовать:
1. ЕМХ с учетом паспортных данных и Мпе из п. 2.
2. Схему включения для п. 3.
3. ЕМХ и ИМХ для п. 3 и п.4

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Исследование электромашинных генераторов как источников первичного электропитания
2. Исследование системы электропривода с исполнительным двигателем постоянного тока
3. Исследование универсального асинхронного двигателя

9.1.6. Примерный перечень тем для семинаров / семинаров-конференций

Семинар 1. Синхронные генераторы и двигатели
1. Поясните устройство однофазного синхронного генератора
2. Поясните устройство трехфазного синхронного генератора
3. Поясните устройство трехфазного синхронного двигателя
4. Приведите пример механической характеристики синхронного двигателя
5. В чем отличие и что общего у асинхронного и синхронного двигателей?

Семинар 2. Электрический привод постоянного и переменного тока
1. Как запустить двигатель постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения (НВ)?
2. Как среверсировать ДПТ НВ?
3. Перечислить способы регулирования скорости ДПТ НВ, какой из них является лучшим и почему?
4. Как запустить асинхронный двигатель (АД)?
5. Как среверсировать АД?
6. Перечислить способы регулирования скорости АД, какой из них является лучшим и почему?

9.2. Методические рекомендации

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

Согласована на портале № 83228

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;

Согласована на портале № 83228

– 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.

Согласована на портале № 83228

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 1 от «25» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
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 № 83228