**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ЭЛЕКТРОПРИВОД

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **27.03.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление в робототехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 26 | 26 | часов |
| Самостоятельная работа | 64 | 64 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 108 | 108 | часов |
| | 3 | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет | 5 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по учебной работе
Дата подписания: 27.05.2026
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 70695

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Предметом дисциплины являются общие вопросы построения и проектирования электропривода (ЭП) и электрические машины (ЭМ) как центральная составная часть ЭП. Цель преподавания дисциплины – изучение структуры, принципов построения и основ проектирования ЭП; свойств, статистических и динамических характеристик ЭМ как объектов управления, силовых преобразователей параметров электрической энергии.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. обеспечить студентам знания по устройству, принципу действия и техническим показателям типовых классов электрических машин (генераторов и двигателей) и силовых преобразователей.

## 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.ДВ.03.02.
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** | | |

Согласована на портале № 70695

| | | |
|---|---|---|
| ПК-2. Способен проектировать, создавать элементы и устройства робототехнических систем | ПК-2.1. Знает основные элементы и устройства робототехнических систем | знает:<br>– структуру и принципы построения ЭП, место ЭП и ЭМ в современных робототехнических системах;<br>– основные задачи проектирования МС и методы их решения;<br>– принципы действия, паспортные данные, статические эксплуатационные характеристики ЭМ;<br>– схемы включения, эксплуатационные характеристики и способы регулирования ЭМ |
| | ПК-2.2. Умеет проводить анализ научно-технической информации в области проектирования, разработки элементов и устройств робототехнических систем | Умеет:<br>– производить сборку экспериментальной установки для исследования ЭМ, выполнять измерения их основных характеристик;<br>–запустить, среверсировать и остановить двигатель; регулировать его скорость;<br>– рассчитывать механические характеристики, крутящий момент и мощность ЭМ при заданной нагрузке;<br>– определять длительность переходных процессов для разгона, торможения, приема-сброса нагрузки |
| | ПК-2.3. Владеет навыками проектирования, разработки элементов и устройств робототехнических систем | Владеет:<br>– методами расчета параметров и основных характеристик ЭМ;<br>– методиками 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 |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 44 | 44 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 26 | 26 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 64 | 64 |
| Подготовка к зачету | 10 | 10 |
| Подготовка к контрольной работе | 24 | 24 |
| Подготовка к тестированию | 10 | 10 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| Выполнение индивидуального задания | 12 | 12 |

Согласована на портале № 70695

| | | |
|---|---|---|
| **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 | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | | |
| 1 Общие вопросы электрических машин и электропривода | 2 | 2 | 10 | 14 | ПК-2 |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | 4 | 8 | 14 | 26 | ПК-2 |
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | 4 | 4 | 14 | 22 | ПК-2 |
| 4 Синхронные ЭМ | 4 | - | 8 | 12 | ПК-2 |
| 5 Силовые преобразователи систем электропривода | 4 | 12 | 18 | 34 | ПК-2 |
| Итого за семестр | 18 | 26 | 64 | 108 | |
| Итого | 18 | 26 | 64 | 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Общие вопросы электрических машин и электропривода | 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-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 70695

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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-2 |
| | 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-2 |
| | 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-2 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Силовые преобразователи систем электропривода | Выпрямители, инверторы, преобразователи постоянного напряжения | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

### 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** | | | |
| 1 Общие вопросы электрических машин и электропривода | Изучение правил работы в лаборатории электрических машин и электропреобразовательных устройств | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 70695

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | Исследование электрического двигателя постоянного тока | 4 | ПК-2 |
| | Исследование электромашинного генератора постоянного тока | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | Исследование асинхронного двигателя | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Силовые преобразователи систем электропривода | Исследование однофазных ыпрямителей и снлаживающих фильтров | 4 | ПК-2 |
| | Исследование однофазного двухобмоточного трансформатора | 4 | ПК-2 |
| | Исследование стабилизаторов напряжения непрерывного типа | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 26 | |
| Итого | | 26 | |

### 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 и электропривода | Подготовка к зачету | 2 | ПК-2 | Зачёт |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПК-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | Подготовка к зачету | 2 | ПК-2 | Зачёт |
| | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПК-2 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПК-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |

Согласована на портале № 70695

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | Подготовка к зачету | 2 | ПК-2 | Зачёт |
| | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПК-2 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПК-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 4 Синхронные ЭМ | Подготовка к зачету | 2 | ПК-2 | Зачёт |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПК-2 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 5 Силовые преобразователи систем электропривода | Подготовка к зачету | 2 | ПК-2 | Зачёт |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПК-2 | Лабораторная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-2 | Тестирование |
| | Выполнение индивидуального задания | 4 | ПК-2 | Индивидуальное задание |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПК-2 | Контрольная работа |
| | Итого | 18 | | |
| Итого за семестр | | 64 | | |
| Итого | | 64 | | |

### 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. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-2 | + | + | + | 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

Согласована на портале № 70695

| 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 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Индивидуальное задание | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Контрольная работа | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Лабораторная работа | 0 | 20 | 10 | 30 |
| Тестирование | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Итого максимум за период | 10 | 30 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 10 | 40 | 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. Обрусник В.П. Электрические машины: Учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 — 207 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://disk.yandex.ru/i/-vJSrMdR7y8GyA.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Уваров, С. С. Технические средства автоматизации и управления. Электродвигатели : учебное пособие / С. С. Уваров. — Москва : РУТ (МИИТ), 2021. — 143 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/269633.

Согласована на портале № 70695

### 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://disk.yandex.ru/i/5Ic4S0y9OFdOmw.

2. Гусев Ю.В., Зайченко Т.Н., Хатников В.И., Вавилова С.К. Методическое пособие по лабораторным занятиям в лаборатории электрических машин и электропреобразовательных устройств. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2021. – 64 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://disk.yandex.ru/i/Y1pJ0KInuARcCA.

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

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория электромашин и электропреобразовательных устройств: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 310 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Стенд с лабораторными работами (8 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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

Согласована на портале № 70695

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

### 8.4. 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) |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 70695

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Общие вопросы электрических машин и электропривода | ПК-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Электрические машины постоянного тока (ЭМ ПТ) | ПК-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Асинхронные двигатели (АД) | ПК-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Индивидуальное задание | Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Синхронные ЭМ | ПК-2 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 70695

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Силовые преобразователи систем электропривода | ПК-2 | 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 |

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 |
|---|---|

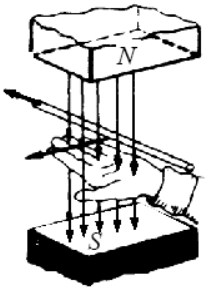
Согласована на портале № 70695

| | |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>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

2. Какое физическое явление поясняет рисунок?



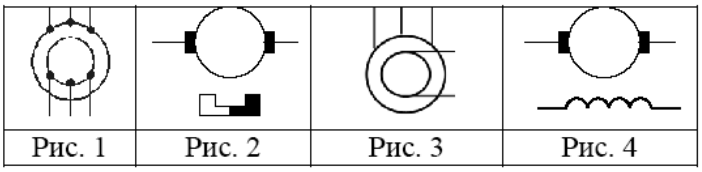

   - Явление возникновения силы, действующей на проводник с током
   - Явление возникновения продольной силы, действующей на движущийся проводник
   - Явление возникновения ЭДС в движущемся проводнике
   - Явление возникновения тока в движущемся проводнике

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

Согласована на портале № 70695

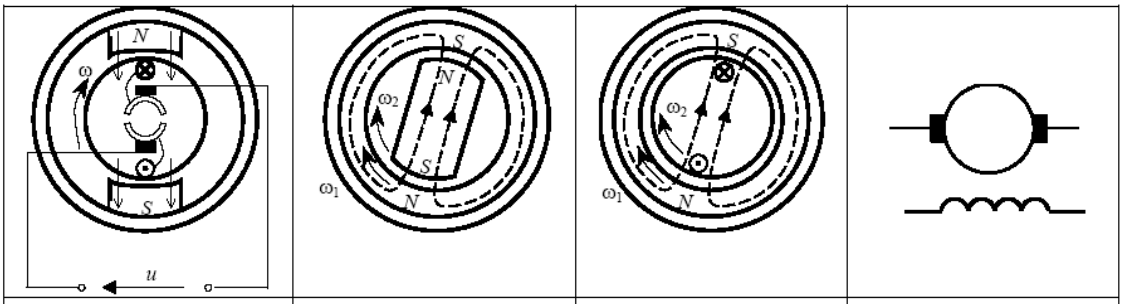
5. На каком рисунке изображено условное графическое обозначение асинхронной электрической машины?



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

- Рис. 1
- Рис. 2
- Рис. 3
- Рис. 4

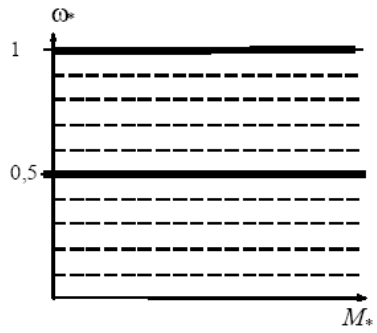
6. Какой из рисунков иллюстрирует устройство и принцип действия асинхронного двигателя?




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

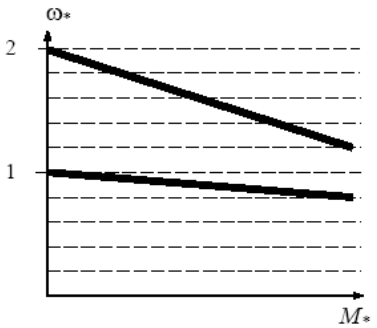
- Рис. 1
- Рис. 2
- Рис. 3
- Рис. 4

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?

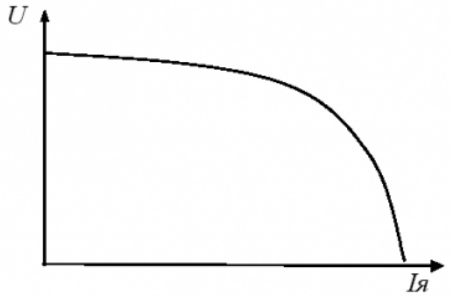



- Увеличение питающего напряжения якоря U=2Uном
- ослабление магнитного потока возбуждения Ф=0,5Фном
- увеличение магнитного потока возбуждения Ф=0,5Фном
- добавочное сопротивление в цепи якоря Rп = 2Rя

Согласована на портале № 70695

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 (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

Согласована на портале № 70695

Гц, мощность 2,4 кВт, пусковой ток 27 А, номинальный ток 5,5 А, перегрузочная способность по моменту 2,5, номинальная скорость 1410 об/мин, момент холостого хода 0,1 от номинального, момент инерции 0,04 кг·м2, коэффициент мощности 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 номинальном моменте нагрузки.
3. На сколько изменятся относительно естественных значений максимальный и пусковой моменты, если за счет добавочного активного сопротивления в статоре пусковой ток ограничен до 2,5 от номинального значения.
4. Остановится или нет двигатель, работающий с моментом нагрузки 1,1 номинального значения, если напряжение сети уменьшится на 40 %.
5. Каким будет время переходного процесса приема и сброса нагрузки на естественной характеристике?
6. Какой будет длительность свободного торможения (выбегом) при моменте на валу, равном 0,5 номинального значения?
7. Чему равны КПД и входная мощность двигателя при номинальной нагрузке?

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

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

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

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

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение правил работы в лаборатории электрических машин и электропреобразовательных устройств
2. Исследование электрического двигателя постоянного тока
3. Исследование электромашинного генератора постоянного тока
4. Исследование асинхронного двигателя
5. Исследование однофазных ыпрямителей и снлаживающих фильтров
6. Исследование однофазного двухобмоточного трансформатора
7. Исследование стабилизаторов напряжения непрерывного типа

### 9.1.5. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

Согласована на портале № 70695

## 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, $\lambda_I$, . . . . . .

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 № 70695

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 | $U_н$ | $I_н$ | $P_н$ | $R_Д$ | $n_н$ | $\eta_н$ | $\lambda_I$ |
| $D$ | 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 № 70695

**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 $I_{1п в}/I_{1н}$ . . . . . .

перегрузочная способность по моменту . . . . . .

4. 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 № 70695

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@

### 9.2. 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 № 70695

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

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

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

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

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

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

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах,

Согласована на портале № 70695

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 № 70695

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 8 от « 3 » 2 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КСУП | Т.Е. Григорьева | Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5 |
| Доцент, каф. КСУП | В.П. Коцубинский | Согласовано, c419f53f-49cc-47af-ae73-347645e37cfd |

**РАЗРАБОТАНО:**

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

Согласована на портале № 70695