

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 19.08.2025 10:27:11  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал**

## Рабочая программа дисциплины (модуля) **Автоматизированный электропривод в технологиях**

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

|                         |     |                                                               |
|-------------------------|-----|---------------------------------------------------------------|
| Часов по учебному плану | 144 | Формы контроля в семестрах:<br>экзамен 8<br>курсовой проект 8 |
| в том числе:            |     |                                                               |
| аудиторные занятия      | 54  |                                                               |
| самостоятельная работа  | 63  |                                                               |
| часов на контроль       | 27  |                                                               |

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 8 (4.2) |     | Итого |     |
|-------------------------------------------|---------|-----|-------|-----|
| Неделя                                    | 10      |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 27      | 27  | 27    | 27  |
| Лабораторные                              | 9       | 9   | 9     | 9   |
| Практические                              | 18      | 18  | 18    | 18  |
| В том числе инт.                          | 15      |     | 15    |     |
| Итого ауд.                                | 54      | 54  | 54    | 54  |
| Контактная работа                         | 54      | 54  | 54    | 54  |
| Сам. работа                               | 63      | 63  | 63    | 63  |
| Часы на контроль                          | 27      | 27  | 27    | 27  |
| Итого                                     | 144     | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

к.п.н., зав.каф., Мажирина Р.Е.

Рабочая программа

**Автоматизированный электропривод в технологиях**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 13.03.02\_25\_Электроэнергетика и электротехника\_ПрЭПиА.plx  
Электропривод и автоматика, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 24.12.2024, протокол № 58

Утверждена в составе ОПОП ВО:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, Электропривод и автоматика, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 24.12.2024, протокол № 58

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 12.03.2025 г., №3

Руководитель подразделения к.п.н., доцент Мажирина Р.Е.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Цели освоения дисциплины: формирование широкого представления об автоматизированном электроприводе типовых механизмов как основе исполнительской части современных технических систем.                                                                                   |
| 1.2 | Задачи: научить комплексно обосновывать и выбирать комплектные привода для различных производственных механизмов. проектировать электропривода с различными требованиями и использовать информационные технологии при проектировании автоматизированных электроприводов. |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |                                                                                                                       |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Блок ОП:   |                                                                                                                       | Б1.В.ДВ.05 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |            |
| 2.1.1      | Менеджмент безопасности труда и здоровья                                                                              |            |
| 2.1.2      | Общая энергетика                                                                                                      |            |
| 2.1.3      | Проектирование электротехнических устройств                                                                           |            |
| 2.1.4      | Промышленные контроллеры                                                                                              |            |
| 2.1.5      | Производственная практика                                                                                             |            |
| 2.1.6      | Теория электропривода                                                                                                 |            |
| 2.1.7      | Силовая электроника                                                                                                   |            |
| 2.1.8      | Цифровая и аналоговая электроника                                                                                     |            |
| 2.1.9      | Электрические и электронные аппараты                                                                                  |            |
| 2.1.10     | Энергетический менеджмент                                                                                             |            |
| 2.1.11     | Электрические машины                                                                                                  |            |
| 2.1.12     | Учебная практика                                                                                                      |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|                                                                                                                                                                                                                   |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-3: Способен эксплуатировать электромеханические системы и автоматизированные системы управления электроприводов</b>                                                                                         |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                     |  |
| ПК-3-31 назначение и последовательность монтажных и пусконаладочных работ                                                                                                                                         |  |
| <b>ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий</b>                                                                           |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                     |  |
| ПК-2-31 методики выбора автоматизированных электроприводов на основании предъявляемых требований; технологии определения и достижения качественных показателей работы электроприводов в производственных условиях |  |
| <b>ПК-3: Способен эксплуатировать электромеханические системы и автоматизированные системы управления электроприводов</b>                                                                                         |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                     |  |
| ПК-3-У1 составлять технические отчеты по результатам испытаний, наладки и технического состояния                                                                                                                  |  |
| <b>ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий</b>                                                                           |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                     |  |
| ПК-2-У1 определять энергетические и технические показатели работы электропривода                                                                                                                                  |  |
| <b>ПК-3: Способен эксплуатировать электромеханические системы и автоматизированные системы управления электроприводов</b>                                                                                         |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                   |  |
| ПК-3-В1 способностью ориентироваться в современных тенденциях монтажа и эксплуатации электроприводов                                                                                                              |  |
| <b>ПК-2: Способен проектировать системы электропривода и автоматизированные системы управления с использованием цифровых технологий</b>                                                                           |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                   |  |
| ПК-2-В1 опытом оценки технического состояния и организации профилактических осмотров                                                                                                                              |  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                        | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций                 | Литература и эл. ресурсы                        | Примечание | КМ          | Выполняемые работы |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|-------------|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Общие вопросы проектирования электропривода рабочих машин</b>                                                                                                                                       |                |       |                                                    |                                                 |            |             |                    |
| 1.1         | Понятие рабочей машины и механизма. Рабочие машины и механизмы как объект управления. Электропривод механизмов непрерывного действия с постоянной нагрузкой, с переменной по времени и скорости нагрузкой. /Лек/ | 8              | 6     | ПК-2-31 ПК-3-31                                    | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1 |            | КМ1,К<br>М2 | Р1                 |
| 1.2         | Расчет механических систем с упругой связью. Получение задания на выполнение курсового проекта. /Пр/                                                                                                             | 8              | 4     | ПК-2-У1 ПК-3-У1                                    | Л1.1Л2.1<br>Л2.3<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1      |            | КМ1,К<br>М2 | Р1                 |
| 1.3         | Исследование различных типовых нагрузок. Исследование многомассовых систем. Исследование систем с распределенными параметрами. /Лаб/                                                                             | 8              | 2     | ПК-2-В1 ПК-3-В1                                    | Л1.1Л2.1<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1 |            |             |                    |
| 1.4         | Автоматизированный электропривод бурильных установок. Выполнение курсового проекта. /Ср/                                                                                                                         | 8              | 6     | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.4<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1      |            | КМ1,К<br>М2 | Р1                 |
|             | <b>Раздел 2. Оптимизация средствами электропривода</b>                                                                                                                                                           |                |       |                                                    |                                                 |            |             |                    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |                 |                                                         |  |             |    |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-----------------|---------------------------------------------------------|--|-------------|----|
| 2.1 | Оптимизация нагрузочных диаграмм и тахограмм рабочих машин. Оптимизация работы подъемной машины с приводом постоянного тока. Оптимизация работы подъемной машины с приводом переменного тока. Оптимальное передаточное число рабочих машин. Эффективность автоматизации транспортных систем. Автоматическое регулирование режимов работы компрессоров. Алгоритм управления системами проветривания. Оптимизация работы металлорежущих станков. Оптимизация режимов резания. Оптимизация работы металлургического оборудования (на примере сталеплавильного и прокатного производств). /Лек/ | 8 | 8 | ПК-2-31 ПК-3-31 | Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1 |  | КМ1,К<br>М2 | Р1 |
| 2.2 | Расчет оптимальной тахограммы. Оптимизация работы прокатного стана. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8 | 4 | ПК-2-У1 ПК-3-У1 | Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1 |  | КМ1,К<br>М2 | Р1 |
| 2.3 | Исследование систем оптимизации. Моделирование процессов металлообработки. /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8 | 2 | ПК-2-В1 ПК-3-В1 | Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.4<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1         |  |             |    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |                                                    |                                                                      |  |             |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|-------------|----|
| 2.4 | Методика оптимизации по минимуму времени переходных процессов, по заданным максимальным значениям скорости. Оптимизация разветвленных транспортных систем. Принципы построения автоматических систем управления металлообработкой. Оптимизация режимов резания. Автоматизация доменного процесса. Автоматизация сталеплавильного производства. Автоматическое регулирование толщины полосы на станах. Автоматическое регулирование толщины полосы на станах. Вопросы экономии электрической энергии. Основные этапы энергетического расчета. Оптимизация энергетических показателей электроприводов при работе с преобразователями. Выполнение курсового проекта. /Ср/ | 8 | 2 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 | Л2.1 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1                          |  | КМ1,К<br>М2 | Р1 |
|     | <b>Раздел 3. Системы управления положением</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |                                                    |                                                                      |  |             |    |
| 3.1 | Непрерывные системы управления положением электропривода. Структурная схема и показатели позиционных электроприводов. Типовые структурные схемы систем управления положением. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8 | 9 | ПК-2-31 ПК-3-31                                    | Л1.1<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4<br>Л2.5Л3.1<br>Л3.2 Л3.4<br>Э1 |  | КМ1,К<br>М2 | Р1 |
| 3.2 | Расчет позиционного электропривода. Синтез системы управления электроприводом с обратной связью по положению. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 8 | 4 | ПК-2-У1 ПК-3-У1                                    | Л1.1<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.4<br>Л2.5Л3.1<br>Л3.2 Л3.4<br>Э1              |  | КМ1,К<br>М2 | Р1 |
| 3.3 | Исследование позиционного электропривода на базе шагового двигателя /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8 | 2 | ПК-2-В1 ПК-3-В1                                    | Л1.1Л2.1<br>Л2.4<br>Л2.5Л3.1<br>Л3.2 Л3.4<br>Э1                      |  |             |    |
| 3.4 | Техническая реализация позиционных датчиков. Выполнение курсового проекта. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8 | 4 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 | Л1.1<br>Л1.5Л2.1<br>Л2.4<br>Л2.5Л3.2<br>Л3.4<br>Э1                   |  | КМ1,К<br>М2 | Р1 |
|     | <b>Раздел 4. Дискретные системы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |   |                                                    |                                                                      |  |             |    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |    |                                                 |                           |  |         |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------------|---------------------------|--|---------|----|
| 4.1 | Дискретные передаточные функции. Методика синтеза цифровых систем. Оптимизация цифровых контуров тока, скорости и положения. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                              | 8 | 4  | ПК-2-31 ПК-3-31                                 | Л1.1Л2.1Л3.2 Л3.4 Э1      |  | КМ1,КМ2 | Р1 |
| 4.2 | Синтез цифровых систем в MATLAB.Определение параметров цифровых регуляторов. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8 | 6  | ПК-2-У1 ПК-3-У1                                 | Л1.1Л2.1Л3.2 Л3.4 Э1      |  | КМ1,КМ2 | Р1 |
| 4.3 | Исследование цифровых систем. Устойчивость дискретной замкнутой системы. /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8 | 3  | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 | Л1.1Л2.1Л3.2 Л3.4 Э1      |  |         |    |
| 4.4 | Решение разностного уравнения. Приближенные методы определения дискретных передаточных функций (метод Тастина, методы экстраполяторов нулевого и первого порядков). Реализуемость цифровых систем.Устройства ввода цифрового задания. Цифровая система управления. Программная реализация цифровых систем. Завершение оформления курсового проекта. Подготовка к защите курсового проекта. /Ср/ | 8 | 2  | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 | Л1.1 Л1.5Л3.2 Л3.4 Э1     |  | КМ1,КМ2 | Р1 |
|     | <b>Раздел 5. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |    |                                                 |                           |  |         |    |
| 5.1 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8 | 13 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 | Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.6 Э1     |  | КМ1     |    |
| 5.2 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8 | 36 | ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 | Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.6Л3.3 Э1 |  |         | Р1 |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|

|     |         |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|---------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КМ1 | Экзамен | ПК-2-31;ПК-3-31 | <p>Вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие рабочей машины и механизма. Кинематический анализ рабочих механизмов.</li> <li>2. Влияние зазоров и упругостей на динамику электропривода.</li> <li>3. Оптимизация нагрузочных диаграмм и тахограмм рабочих машин.</li> <li>4. Оптимизация работы подъемной машины с электроприводом постоянного тока.</li> <li>5. Оптимальное передаточное число рабочих машин.</li> <li>6. Методика оптимизации по минимуму времени переходных процессов, по заданным максимальным значениям скорости.</li> <li>7. Оптимизация разветвленных транспортных систем.</li> <li>8. Автоматическое регулирование режимов работы насосов, вентиляторов, компрессоров.</li> <li>9. Оптимизация работы металлорежущих станков.</li> <li>10. Оптимизация режимов резания.</li> <li>11. Моделирование процессов металлообработки.</li> <li>12. Оптимизация прокатного производства.</li> <li>13. Оптимизация энергетических показателей электроприводов при работе с преобразователями.</li> <li>14. Непрерывные системы управления положением электропривода.</li> <li>15. Структурная схема и показатели позиционных электроприводов.</li> <li>16. Математические модели следящих приводов.</li> <li>17. Анализ и синтез непрерывных следящих систем.</li> <li>18. Автоматизированный привод копировальных станков.</li> <li>19. Цифровые системы управления положением электропривода.</li> <li>20. Дискретные передаточные функции.</li> <li>21. Методика синтеза цифровых систем.</li> <li>22. Оптимизация цифрового контура тока.</li> <li>23. Оптимизация цифрового контура скорости.</li> <li>24. Оптимизация цифрового контура положения.</li> </ol> |
|-----|---------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|     |                            |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|----------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КМ2 | Вопросы для устного опроса | ПК-2-31;ПК-3-31 | <p>Примерные вопросы для устного опроса по разделам дисциплины</p> <p>Раздел 1. Общие вопросы проектирования электропривода рабочих машин</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Дайте определение «рабочей машины»</li> <li>2) Какое требование при выборе мощности приводного двигателя является основным?</li> <li>3) Какие показатели привода характеризуют динамику электропривода?</li> <li>4) Перечислите основные режимы работы электроприводов.</li> <li>5) По каким условиям производят выбор типа двигателя для рабочей машины?</li> <li>6) Как классифицируются механизмы по характеру технологического процесса?</li> <li>7) Что означает непрерывный характер работы рабочей машины?</li> <li>8) Если механизм работает в циклическом режиме работы? То в каком режиме работает приводной двигатель?</li> <li>9) Какому классу нагревостойкости изоляции соответствует предельно допустимая температура 180°С?</li> <li>10) В какие кинематических цепях расположены люфты в муфтах?</li> </ol> <p>Раздел 2. Оптимизация средствами электропривода</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) На каком этапе решаются задачи оптимизации средствами электропривода?</li> <li>2) Какие задачи решает структурная оптимизация?</li> <li>3) В каких случаях применяется параметрическая оптимизация?</li> <li>4) Что означает критерий оптимизации с помощью настройки регулятора?</li> <li>5) В каком случае прибегают к уменьшению интервала поиска решения?</li> <li>6) Какими свойствами обладает целевая функция?</li> <li>7) Что означает оптимизация на максимум полосы пропускания?</li> <li>8) На какие параметры привода влияет ширина полосы пропускания?</li> </ol> <p>Раздел 3. Системы управления положением</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Какой электропривод называют позиционным?</li> <li>2) Какие требования предъявляются к регулятору положения?</li> <li>3) Как выполняют обратную связь по положению рабочего органа механизма?</li> <li>4) В чем отличие системы регулирования перемещения от системы регулирования положения?</li> <li>5) Поясните структурную схему позиционного электропривода.</li> <li>6) Как рассчитать коэффициент обратной связи по положению (перемещению)? Как рассчитать передаточное отношение измерительного редуктора?</li> <li>7) Какие основные требования предъявляют к позиционным СУЭП?</li> <li>8) Назовите основные режимы позиционной системы регулирования.</li> <li>9) Как настраивается регулятор положения при отработке малых перемещений?</li> <li>10) Какие параметры влияют на точность позиционирования в системе регулирования положения?</li> <li>11) В чем состоит отличие позиционных и следящих электроприводов?</li> <li>12) Как определяют автоколебания в позиционном приводе?</li> </ol> <p>Раздел 4. Дискретные системы</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Как выглядит обобщенная структура цифровой системы управления?</li> <li>2) На какой элементной базе строится цифровая система управления электроприводом?</li> <li>3) Какую роль с дискретных системах играют АЦП? ЦАП?</li> <li>4) Чем отличается математическое описание процессов в непрерывной системе от цифровых систем?</li> <li>5) От чего зависит время дискретизации?</li> <li>6) Какие приближенные способы преобразования непрерывных</li> </ol> |
|-----|----------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|     |                                          |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                          |                 | <p>систем в дискретные системы Вам известны?</p> <p>7) Как осуществляется синтез дискретных систем?</p> <p>8) Как обеспечиваются условия физической реализуемости с предельным быстродействием в дискретных системах?</p> <p>9) На какой частоте работает регулятор в цифровой системе?</p> <p>10) Как работает ПИ-регулятор в составе дискретных систем управления?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| КМЗ | Темы докладов для самостоятельной работы | ПК-2-31;ПК-3-31 | <p>Примеры тем докладов по самостоятельной работе:</p> <p>1) Методика оптимизации по минимуму времени переходных процессов, по заданным максимальным значениям скорости.</p> <p>2) Оптимизация разветвленных транспортных систем.</p> <p>3) Принципы построения автоматических систем управления металлообработкой.</p> <p>4) Оптимизация режимов резания.</p> <p>5) Автоматизация доменного процесса.</p> <p>6) Автоматизация сталеплавильного производства.</p> <p>7) Автоматическое регулирование толщины полосы на станах.</p> <p>8) Автоматическое регулирование толщины полосы на станах.</p> <p>9) Вопросы экономии электрической энергии.</p> <p>10) Основные этапы энергетического расчета.</p> <p>11) Оптимизация энергетических показателей электроприводов при работе с преобразователями.</p> <p>12) Техническая реализация позиционных датчиков.</p> <p>13) Решение разностного уравнения.</p> <p>14) Приближенные методы определения дискретных передаточных функций (метод Тастина, методы экстраполяторов нулевого и первого порядков).</p> <p>15) Реализуемость цифровых систем.</p> <p>16) Устройства ввода цифрового задания.</p> <p>17) Цифровая система управления.</p> <p>18) Программная реализация цифровых систем.</p> |

## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|-----------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1         | Курсовой проект | ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1    | <p>Целью курсовой работы является закрепление практических навыков самостоятельного решения инженерных задач, развитие творческих способностей и умение пользоваться технической, нормативной и справочной литературой.</p> <p>Примерная тематика курсовых проектов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Автоматизированный электропривод мостового крана</li> <li>2. Автоматизированный электропривод пассажирского лифта</li> <li>3. Автоматизированный электропривод шахтной (скиповой или клетевой) подъемной машины</li> <li>4. Автоматизированный электропривод одноковшового экскаватора</li> <li>5. Автоматизированный электропривод металлургической машины</li> <li>6. Автоматизированный электропривод компрессорной станции</li> <li>7. Автоматизированный электропривод металлорежущего станка</li> </ol> |

## 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет по дисциплине включает в себя два теоретических вопроса и задачу по темам, изложенным в 4 разделе данной РПД. Билеты хранятся на кафедре и утверждены ее заведующим.

Примеры задач на экзамен:

**ЗАДАЧА 1.** Определить оптимальное значение рывка для шахтной подъемной машины, если высота подъема  $H$ , максимальная скорость подъема  $V_{\max}$ , время движения  $t$ . Величину допустимого линейного ускорения выбрать самостоятельно.

**ЗАДАЧА 2.** Определить логарифмический декремент затуханий колебаний и вид коррекции системы с наличием упругости, если момент инерции двигателя  $J_{\text{дв}}$ , момент инерции механизма  $J_{\text{мех}}$ , жесткость передач  $C$ , передаточное число  $i$ , электромеханическая постоянная привода  $T$ .

Примеры вопросов и заданий компьютерного тестирования

В состав комплектного электропривода входят:  
электродвигатель со встроенными датчиками обратной связи

преобразователь для питания с системой управления электроприводом  
согласующий трансформатор или токоограничивающий реактор  
коммутационная, защитная аппаратура и аппаратура сигнализации  
все ответы правильные

Какая из перечисленных функций не является функцией тиристорного возбудителя синхронного двигателя:  
автоматическая подача возбуждения в нужный момент пуска двигателя  
автоматическое и ручное регулирование тока возбуждения  
защита ротора от длительной перегрузки по току и коротких замыканий  
регулирование скорости двигателя  
быстрое гашение поля двигателя при необходимости снижения тока возбуждения и отключения двигателя

Выберите неверные утверждения: «Датчик проводимости тиристоров  
контролируют наличие бестоковой паузы  
контролируют наличие тока через тиристор  
устанавливают в системе управления тиристорным преобразователями с совместным управлением  
устанавливают в системе управления тиристорным преобразователями с отдельным управлением  
все ответы правильные

Канал управления по потоку в системе ТП –Д может иметь  
внутренний контур регулирования тока возбуждения и наружный контур регулирования ЭДС  
внутренний контур регулирования ЭДС и наружный контур регулирования тока возбуждения  
только контур регулирования тока возбуждения  
внутренний контур регулирования тока возбуждения и наружный контур регулирования скорости  
все ответы правильные

Выберите верные утверждения: «Применение транзисторных преобразователей для управления двигателями постоянного тока имеет следующие преимущества  
высокий коэффициент использования двигателя по току  
простая в наладке и надежная в эксплуатации система управления  
отсутствие требований к фазировке питающей сети  
малые габариты и вес  
все ответы верные

Отметьте истинные высказывания:  
Быстродействие контура регулирования скорости определяется быстродействием контура тока якоря  
В цепи обратной связи по скорости устанавливают фильтр для уменьшения частотных пульсаций тахогенератора  
Рост коэффициента усиления в регуляторе скорости увеличивает влияние помех  
Повышению коэффициента усиления регулятор скорости препятствуют упругие моменты в механической части  
Все высказывания истинны

Отметьте ложные высказывания:  
Введение ПИ-регулятора позволяет повысить астатизм в системе.  
Применения ПД регулятора скорости позволяет увеличить коэффициент усиления без существенного изменения запаса по фазе.  
При настройке ПИ-регулятора скорости сначала настраивают значение коэффициента усиления значением сопротивления, и лишь потом определяют емкость в цепи обратной связи.  
Для получения нулевого статизма в контуре скорости вводят ПИ-регулятор скорости  
Все высказывания ложны

Цифровая система управления электроприводом в сравнении с аналоговой обеспечивает:  
более высокую точность при быстродействии, обусловленном дискретностью  
снижение помехоустойчивости  
более высокое быстродействие  
все выше перечисленное

\_\_\_\_\_ привод выгодно отличается от стандартных приводов непосредственным преобразованием электромагнитной энергии в линейное перемещение.  
Прямой

Компоновка электропривода, при которой все основные элементы размещаются в одном шкафу называется  
\_\_\_\_\_ моноблочной

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Оценка курсового проекта является комплексной. При этом учитываются следующие факторы: актуальность выбранной темы; логичность методики расчета; свободное владение методикой расчета электрических машин; культура оформления пояснительной записки; самостоятельность выводов. Все это суммируется в итоговую оценку.

Оценка результатов защиты курсового проекта осуществляется по бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Оценка «отлично» выставляется, когда работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы обучающийся показывает глубокие знания вопросов темы; свободно оперирует расчетными данными; легко отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда работа содержит грамотно изложенную расчетную базу, характеризуется отсутствием ошибок в расчетах, логичным и последовательным изложением материала в пояснительной части. При защите работы обучающийся показывает знания вопросов темы; без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда работа содержит расчетную базу, характеризуется наличием отдельных ошибок в расчетах. При защите обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного, аргументированного ответа на заданные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда работа не содержит расчетную базу, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях, имеет значительные ошибки в расчетах. При защите обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.

Прохождение контрольного мероприятия по защите курсового проекта считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

**Критерии оценивания ответа на экзамене**

Оценка «отлично» выставляется, когда обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, когда обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, когда обучающийся неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Прохождение контрольного мероприятия по сдаче экзамена считается выполненным успешно, если при его оценивании получена оценка не ниже «удовлетворительно».

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители        | Заглавие                                                                                                                                   | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                   |
|------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛП.1 | Радионон А.А.              | Электрооборудование и электроавтоматика: учебное пособие                                                                                   |            | Магнитогорск: МГТУ им. Носова, 2011,                                                                                                           |
| ЛП.2 | Иванов Г.М.                | Автоматизированный многодвигательный электропривод постоянного тока                                                                        |            | М.: Энергия, 1990,                                                                                                                             |
| ЛП.3 | Под ред. Н.Ф. Ильинского   | Автоматизированный электропривод                                                                                                           |            | М.: Энергоатомиздат, 1990,                                                                                                                     |
| ЛП.4 | В.Е.Фединцев, В.А.Трусов   | Электропривод цехов ОМД: Учеб. пособие : N 1139                                                                                            |            | М.: МИСиС, 2008,                                                                                                                               |
| ЛП.5 | Панкратов В.В., Котин Д.А. | Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов : учебное пособие |            | Новосибирск, 2012, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228772">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228772</a> |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители                             | Заглавие                                                                    | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Кисаримов Р.А.                                  | Электропривод: справочник                                                   |            | Москва: ИП "РадиоСофт", 2011,                                                                                                                    |
| Л2.2 | Фотиев М.М.                                     | Электропривод и электрооборудование металлургических цехов: учебное пособие |            | Москва: Металлургия, 1990,                                                                                                                       |
| Л2.3 | Соколов М.М.                                    | Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов: учебник       |            | Москва: Энергия, 1996,                                                                                                                           |
| Л2.4 | Москаленко В.В.                                 | Системы автоматизированного управления электропривода: учебник              |            | Москва: Инфра-М, 2004,                                                                                                                           |
| Л2.5 | Никитенко Г.В.                                  | Электропривод производственных механизмов : учебное пособие                 |            | Ставрополь, 2012,<br><a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277520">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277520</a> |
| Л2.6 | Селиванов И.А.,<br>Мамлеева Ю.И.<br>Бодров Е.Э. | Автоматизированный электропривод: учебное пособие                           |            | Магнитогорск: МГТУ им.Г.И.Носова, 2013,                                                                                                          |

**6.1.3. Методические разработки**

|      | Авторы, составители                                             | Заглавие                                                                                                                    | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                                    |
|------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л3.1 | Давыдкин М.Н.                                                   | Исследование синхронного следящего электропривода: методические указания                                                    |            | Новотроицк: НФ НИТУ МИСиС, 2013,<br><a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>                                                                     |
| Л3.2 | Мажирина Р.Е.                                                   | Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов: учебное пособие                                       |            | Орск: ОГТИ, 2009,                                                                                                                                               |
| Л3.3 | Мещеряков В.Н.,<br>Меринов В.П., Левин П.Н.,<br>Схиртладзе А.Г. | Выбор электропривода металлорежущих станков в зависимости от режимов обработки: Учебное пособие                             |            | Старый Оскол: ТНТ, 2020,                                                                                                                                        |
| Л3.4 | Мажирина Р.Е.                                                   | Автоматизированный электропривод типовых производственных процессов: методические указания для выполнения курсового проекта |            | Новотроицк: НФ НИТУ "МИСиС", 2020 г., <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a> ,<br><a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a> |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

|    |                                      |                                                                     |
|----|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Э1 | Электронная обучающая система MOODLE | <a href="http://moodle-nf.misis.ru/">http://moodle-nf.misis.ru/</a> |
|----|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|     |                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| П.1 | Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual                             |
| П.2 | MATLAB & Simulink                                                       |
| П.3 | Компас 3D V21-22                                                        |
| П.4 | Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition; |
| П.5 | SimInTech                                                               |
| П.6 | Scilab                                                                  |

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------|------------|-----------|
|------|------------|-----------|

|     |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 139 | Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся | Комплект учебной мебели на 24 места для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя (все с выходом в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, колонки, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web. |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимся инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т.п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.