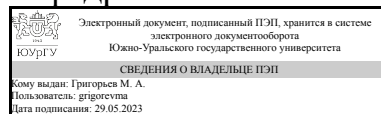


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



М. А. Григорьев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М0.03.02 Электропривод переменного тока в робототехнических комплексах

**для направления** 15.04.06 Мехатроника и робототехника

**уровень** Магистратура

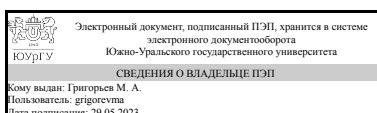
**магистерская программа** Искусственный интеллект в робототехнике

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Электропривод, мехатроника и электромеханика

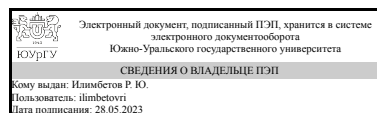
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1023

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Р. Ю. Илимбетов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.06 Мехатроника и робототехника. Задачами дисциплины являются получение общих сведений о современном состоянии регулируемого электропривода переменного тока в робототехнических системах, формирование теоретических и практических навыков по выбору, расчету и настройке компонентов современного регулируемого электропривода переменного тока в робототехнических системах.

## Краткое содержание дисциплины

В курсе рассматриваются основные вопросы, связанные с выбором, проектированием и настройкой современного электропривода переменного тока в робототехнических системах.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|---|---|
| ПК-1 Способен составлять техническое задание на проектирование робототехнических систем с искусственным интеллектом | Знает: методы проектирования и настройки робототехнических систем на базе регулируемого электропривода переменного тока.<br>Умеет: ставить и решать задачи проектирования автоматического управления робототехнических систем на базе регулируемого электропривода переменного тока.<br>Имеет практический опыт: наладки гибких производственных робототехнических систем в машиностроении на базе регулируемого электропривода переменного тока. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                       |
|---|---|
| Нет   | Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 78,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 1                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 216         | 216                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 64          | 64                                 |  |
| Лекции (Л)   | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 16          | 16                                 |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 137,5       | 137,5                              |  |
| Подготовка к лабораторным работам  | 60,5        | 60,5                               |  |
| Подготовка к экзамену  | 18          | 18                                 |  |
| Подготовка к практическим занятиям   | 59          | 59                                 |  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 14,5        | 14,5                               |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |  |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                    | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|---|---|----|----|----|
|           |   | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Асинхронный электропривод переменного тока со скалярным управлением | 36  | 16 | 10 | 10 |
| 2         | Асинхронный электропривод переменного тока с векторным управлением  | 16  | 8  | 4  | 4  |
| 3         | Синхронный электропривод переменного тока                           | 12  | 8  | 2  | 2  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Современный электропривод переменного тока в мехатронных робототехнических комплексах. Преобразователи частоты в электроприводе.   | 2            |
| 2        | 1         | Электромеханические свойства асинхронного двигателя (АД). Структурная схема асинхронного двигателя как объекта регулирования при изменении частоты питающего напряжения.         | 2            |
| 3        | 1         | Статические характеристики АД при различных законах регулирования скорости $U_1/f_1 = \text{const}$ , $\Psi_m = \text{const}$ , $\Psi_2 = \text{const}$ , $I_1 = \text{const}$ . | 2            |
| 4        | 1         | Разомкнутые системы управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом в мехатронных робототехнических комплексах.   | 2            |
| 5        | 1         | Замкнутые системы скалярного управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом в мехатронных робототехнических комплексах.  | 2            |
| 6        | 1         | Моделирование системы скалярного управления с обратной связью по току статора.   | 2            |
| 7        | 1         | Система скалярного управления с обратной связью по скорости.   | 2            |

|    |   |  |   |
|----|---|--|---|
| 8  | 1 | Система скалярного управления асинхронным двигателем с обратной связью по положению.   | 2 |
| 9  | 2 | Системы векторного управления асинхронным электроприводом в мехатронных робототехнических комплексах.                                    | 2 |
| 10 | 2 | Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя.  | 2 |
| 11 | 2 | Система управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора.  | 2 |
| 12 | 2 | Система прямого управления моментом АД   | 2 |
| 13 | 3 | Электромеханические свойства синхронного двигателя.  | 2 |
| 14 | 3 | Статические характеристики СД при $U_1 = \text{const}$ , $f_1 = \text{const}$ . Принципы частотного регулирования скорости и момента СД. | 2 |
| 15 | 3 | Моделирование системы автоматического регулирования координат СД при векторном управлении.   | 2 |
| 16 | 3 | Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя.  | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1         | 1         | Расчет электромеханических характеристик и параметров схемы замещения асинхронного двигателя.                 | 2            |
| 2         | 1         | Расчет статических характеристик АД при различных законах регулирования скорости.                             | 2            |
| 3         | 1         | Расчет характеристик разомкнутых систем управления асинхронного частотно - регулируемого электропривода.      | 2            |
| 4         | 1         | Расчет параметров системы скалярного управления асинхронного частотно - регулируемого электропривода.         | 2            |
| 5         | 1         | Расчет параметров математической модели системы скалярного управления с обратной связью по току статора.      | 2            |
| 6         | 2         | Расчет параметров системы управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД                | 2            |
| 7         | 2         | Расчет параметров системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора.               | 2            |
| 8         | 3         | Расчет параметров модели синхронного двигателя и системы автоматического управления при векторном управлении. | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 1         | Исследование характеристик АД при различных законах регулирования скорости $U_1/f_1 = \text{const}$ , $\Psi_m = \text{const}$ , $\Psi_2 = \text{const}$ , $I_1 = \text{const}$ . | 2            |
| 2         | 1         | Исследование разомкнутой системы управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом.   | 2            |
| 3         | 1         | Исследование замкнутой системы скалярного управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом с обратной связью по току статора.                                      | 2            |
| 4, 5      | 1         | Исследование системы скалярного управления с обратной связью по скорости.  | 4            |

|      |   |  |   |
|------|---|--|---|
| 6, 7 | 2 | Исследование системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора. | 4 |
| 8    | 3 | Исследование системы управления синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя.       | 2 |

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                     |  |         |              |
|------------------------------------|--|---------|--------------|
| Подвид СРС                         | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к лабораторным работам  | Основная литература 1-3, дополнительная литература 1,2.                    | 1       | 60,5         |
| Подготовка к экзамену              | Основная литература 1-3, дополнительная литература 1,2.                    | 1       | 18           |
| Подготовка к практическим занятиям | Основная литература 1-3, дополнительная литература 1,2.                    | 1       | 59           |

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

##### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-мestr | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов  | Учи-тыва-ется в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|--|--------------------|
| 1    | 1        | Текущий контроль | Защита лабораторной работы №1     | 1   | 5          | 0 - студент не выполнил отчет по лабораторной работе;<br>1 - студент выполнил отчет по лабораторной работе с ошибками, не ответил на вопросы при защите;<br>2 - студент выполнил отчет по лабораторной работе в основном без ошибок, не ответил на вопросы при защите;<br>3 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, не ответил на вопросы при защите;<br>4 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, ответил не на все вопросы при защите;<br>5 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, ответил на все вопросы при защите; | экзамен            |
| 2    | 1        | Текущий контроль | Защита лабораторной работы №2     | 1   | 5          | 0 - студент не выполнил отчет по лабораторной работе;<br>1 - студент выполнил отчет по лабораторной работе с ошибками, не  | экзамен            |



|   |   |                          |                               |   |   |   |         |
|---|---|--------------------------|-------------------------------|---|---|---|---------|
|   |   |                          |                               |   |   | <p>лабораторной работе в основном без ошибок, не ответил на вопросы при защите;</p> <p>3 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, не ответил на вопросы при защите;</p> <p>4 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, ответил не на все вопросы при защите;</p> <p>5 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, ответил на все вопросы при защите;</p>   |         |
| 6 | 1 | Текущий контроль         | Защита лабораторной работы №6 | 1 | 5 | <p>0 - студент не выполнил отчет по лабораторной работе;</p> <p>1 - студент выполнил отчет по лабораторной работе с ошибками, не ответил на вопросы при защите;</p> <p>2 - студент выполнил отчет по лабораторной работе в основном без ошибок, не ответил на вопросы при защите;</p> <p>3 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, не ответил на вопросы при защите;</p> <p>4 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, ответил не на все вопросы при защите;</p> <p>5 - студент выполнил отчет по лабораторной работе без ошибок, ответил на все вопросы при защите;</p>   | экзамен |
| 7 | 1 | Промежуточная аттестация | Экзамен                       | - | 5 | <p>На экзамене студенту дается практическое задание и два теоретических вопроса.</p> <p>0 - студент не выполнил практическое задание и не ответил на теоретические вопросы;</p> <p>1 - студент выполнил практическое задание с ошибками и не ответил на теоретические вопросы;</p> <p>2 - студент выполнил практическое задание с ошибками, на теоретические вопросы ответил с ошибками;</p> <p>3 - студент выполнил практическое задание и не ответил на теоретические вопросы;</p> <p>4 - студент выполнил практическое задание и ответил на теоретические вопросы с незначительными ошибками;</p> <p>5 - студент выполнил практическое задание и полностью ответил на теоретические вопросы;</p> | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид | Процедура проведения | Критерии |
|-----|----------------------|----------|
|-----|----------------------|----------|

|                          |  |   |
|--------------------------|--|---|
| промежуточной аттестации |  | оценивания                              |
| экзамен                  | Экзамен проводится в устной форме. Студенту выдается билет, в котором содержится 2 теоретических вопроса из списка вопросов к экзамену и практическое задание. Время, отведенное на подготовку к ответам, составляет 30 минут. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения   | № КМ |   |   |   |   |   |   |
|-------------|---|------|---|---|---|---|---|---|
|             |   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ПК-1        | Знает: методы проектирования и настройки робототехнических систем на базе регулируемого электропривода переменного тока.                                  | +    | + | + | + | + | + | + |
| ПК-1        | Умеет: ставить и решать задачи проектирования автоматического управления робототехнических систем на базе регулируемого электропривода переменного тока.  | +    | + | + | + | + | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: наладки гибких производственных робототехнических систем в машиностроении на базе регулируемого электропривода переменного тока. | +    | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Григорьев, М. А. Системы управления электроприводов. Синхронный частотнорегулируемый электропривод [Текст] учеб. пособие к лаб. работам М. А. Григорьев ; под ред. Ю. С. Усынина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 31, [1] с. ил.
2. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов Учеб. для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" В. М. Терехов, О. И. Осипов. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 299 с.
3. Усынин, Ю. С. Системы управления электроприводов [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Ю. С. Усынин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок и технол. комплексов ; ЮУрГУ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 324, [1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Григорьев, М. А. Замкнутые системы управления электроприводов. Сборник задач с пояснениями [Текст] учеб. пособие М. А. Григорьев ; под ред. Ю. С. Усынина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 31, [1] с. ил.



2. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока [Текст] учебник для вузов по направлениям "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. и др.: Питер, 2010. - 349 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:  
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Басков С.Н. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Басков С.Н. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод.

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
2. -TIA Portal v13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.        | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|---------------|--|
| Практические занятия и семинары | 810-1<br>(36) | Персональные компьютеры, проектор, интерактивная доска.  |
| Лекции                          | 914<br>(36)   | Персональный компьютер, проектор, интерактивная доска.   |
| Лабораторные занятия            | 810-2<br>(36) | Персональные компьютеры, проектор, интерактивная доска, робототехнические комплексы KUKA   |