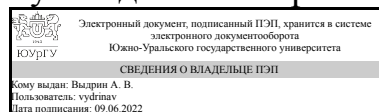


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



А. В. Выдрин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.27 Электропривод промышленных установок и технологических комплексов

для направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование

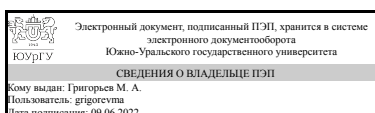
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

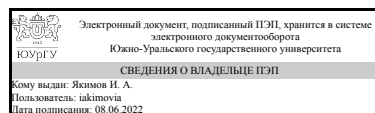
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

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



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



И. А. Якимов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование новых знаний и умений студентов в будущей профессиональной деятельности. Задачи, решаемые дисциплиной следующие: 1. Создать у студентов правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах, общих процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры промышленных электроприводов, а также систем управления ими. 2. Научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электропривода, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы и выборе двигателя и проверке его по нагреву. 3. Научить студентов самостоятельно проводить элементарные аналитические исследования режимов работы электрических приводов и сопоставлять теорию с практикой.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина относится к профессиональному модулю дисциплин по выбору и состоит из разделов, описывающих принцип построения современных исполнительных устройств на базе электропривода, основой которого является электродвигатель, а также систем управления ими. В дисциплине рассматриваются вопросы расчета статического момента типовых промышленных механизмов, его приведения к валу двигателя, потери в механических цепях привода, различные варианты механических передач вращающего момента от вала двигателя к рабочему органу, выбор электродвигателя исходя из условий нагрева и перегрузки, способы регулирования скорости и его основные показатели. Кроме этого, приводятся основные сведения и классификация электродвигателей, их свойства и области применения, а также принципы построения систем управления электроприводами.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование | Знает: Особенности применения электрических двигателей различных типов в конструкциях приводов технологического оборудования Умеет: Выбирать необходимый тип двигателя и рассчитывать мощность привода с учётом работы механизма |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|--|
| 1.О.29 Технологические процессы в машиностроении | ФД.04 Инжиниринг технологического оборудования |

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

| Дисциплина | Требования |
|--|--|
| 1.О.29 Технологические процессы в машиностроении | <p>Знает: Основные принципы проектирования операций механической и физико-химической обработки с обеспечением заданного качества обработанных поверхностей деталей при максимальной технико-экономической эффективности, Материалы, применяемые в машиностроении, способы обработки, оборудование, инструменты и средства технологического оснащения, содержание технологических процессов, состав и содержание технологической документации, методы обеспечения технологичности и конкурентоспособности изделий машиностроения</p> <p>Умеет: Выбирать эффективные технологии, инструменты и оборудование машиностроительного производства, Выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции машиностроения</p> <p>Имеет практический опыт: Выбора оборудования, инструментов, средств технологического оснащения для реализации технологических процессов изготовления продукции, Выбора материалов и назначения способов их обработки</p> |

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--|-------------|------------------------------------|
| | | Номер семестра |
| | | 5 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 108 | 108 |
| <i>Аудиторные занятия:</i> | 48 | 48 |
| Лекции (Л) | 32 | 32 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i> | 51,5 | 51,5 |
| Подготовка к экзамену | 13 | 13 |
| Подготовка к выполнению, написание отчета и подготовка к защите практических работ | 17 | 17 |
| Конспектирование теоретического материала вынесенного на самостоятельное изучение и работа с литературными источниками | 21,5 | 21.5 |

| | | |
|--|-----|---------|
| Консультации и промежуточная аттестация | 8,5 | 8,5 |
| 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 | Общие вопросы электропривода и особенности типовых промышленных приводов | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 2 | Основы механики электропривода: классификация приводов по передаче вращающего момента, момент инерции, уравнение движения электропривода | 10 | 6 | 4 | 0 |
| 3 | Механические и электрические характеристики электродвигателей: определение и свойства | 12 | 8 | 4 | 0 |
| 4 | Регулирование частоты вращения электроприводов: способы и их обоснование. Тепловые режимы и методы выбора мощности электродвигателей промышленных типовых электроприводов | 18 | 14 | 4 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Основные понятия и краткая история развития электропривода | 2 |
| 2 | 1 | Классификация типовых промышленных электроприводов | 2 |
| 3 | 2 | Приведение статических моментов. Динамические моменты и моменты инерции. | 2 |
| 4 | 2 | Уравнение движения электропривода | 2 |
| 5 | 2 | Понятие о режимах работы электродвигателей. Статические моменты рабочих машин | 2 |
| 6 | 3 | Основные характеристики электродвигателей. Механические характеристики электродвигателей постоянного тока. Классические коллекторные двигатели постоянного тока и бесколлекторные, вентильные двигатели постоянного тока. (С использованием инновационной технологии "Лекция с разбором конкретных ситуаций") | 2 |
| 7 | 3 | Механические характеристики двигателя постоянного тока при тормозных режимах. Пуск в ход двигателей постоянного тока. (С использованием инновационной технологии "Лекция с разбором конкретных ситуаций") | 2 |
| 8 | 3 | Механические характеристики двигателя постоянного тока в двигательном режиме. | 2 |
| 9 | 3 | Свойства асинхронных электродвигателей и их механические характеристики в двигательном режиме. Естественные и искусственные механические характеристики. Пуск в ход асинхронных двигателей. (С использованием инновационной технологии "Лекция с разбором конкретных ситуаций"). Микродвигатели, двигатели для систем управления: шаговые, гистерезисные, конденсаторные. Однофазные двигатели. Область применения и принцип действия, характеристики и свойства. | 2 |
| 10 | 4 | Общие сведения по регулированию частоты вращения электроприводов. Регулирование частоты вращения электродвигателей постоянного и переменного тока. Принципы управления скоростью шаговыми двигателями, контроллеры формирования управляющих импульсов и защиты от перегрузок | 2 |

| | | | |
|----|---|--|---|
| | | и коротких замыканий, получение дробных углов поворота шаговых двигателей. | |
| 11 | 4 | Регулирование частоты вращения асинхронных и синхронных электродвигателей. | 2 |
| 12 | 4 | Показатели качества регулирования скорости и энергетические показатели электроприводов различного рода тока. | 2 |
| 13 | 4 | Сравнительный анализ различных способов регулирования скоростей на примере электроприводов постоянного и переменного тока. | 2 |
| 14 | 4 | Классы изоляций. Процессы нагрева и охлаждения электродвигателей. Постоянная времени нагревания и охлаждения. | 2 |
| 15 | 4 | Понятие о режимах работы электродвигателей. Расчет мощности и выбор электродвигателя для длительного режима работы. | 2 |
| 16 | 4 | Расчет мощности и выбор электродвигателя для кратковременного и повторно-кратковременного режима работы. | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1 | 1 | Практическая работа №1. Исследование характеристик электродвигателя постоянного тока. | 2 |
| 2 | 1 | Защита практической работы №1. | 2 |
| 3 | 2 | Практическая работа №2. Исследование характеристик асинхронного двигателя. | 2 |
| 4 | 2 | Защита практической работы №2. | 2 |
| 6 | 3 | Практическая работа №3. Расчет и выбор электродвигателя типового промышленного электропривода | 2 |
| 7 | 3 | Защита практической работы №3. | 2 |
| 8 | 4 | Практическая работа №4. Расчет механических характеристик двигателя постоянного и переменного тока | 2 |
| 9 | 4 | Защита практической работы №4. | 2 |

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

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 экзамену | Основная литература: [1] с. 4-360. Дополнительная литература: [1] с. 5-515; [2] с. 4-416; [3] с. 5-300; [4] с. 8-462. Информационные справочные системы [1]. Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 3-268; [2] с. 5-208; [2] с. 4-46 | 5 | 13 |
| Подготовка к выполнению, написание отчета и подготовка к защите | Основная литература: [1] с. 4-360. Дополнительная литература: [1] с. 5-515; | 5 | 17 |

| | | | |
|--|---|---|------|
| практических работ | [2] с. 4-416; [3] с. 5-300; [4] с. 8-462. Информационные справочные системы [1]. Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 3-268; [2] с. 5-208; [2] с. 4-46 | | |
| Конспектирование теоретического материала вынесенного на самостоятельное изучение и работа с литературными источниками | Основная литература: [1] с. 4-360. Дополнительная литература: [1] с. 5-515; [2] с. 4-416; [3] с. 5-300; [4] с. 8-462. Информационные справочные системы [1]. Электронная учебно-методическая документация: [1] с. 3-268; [2] с. 5-208; [2] с. 4-46 | 5 | 21,5 |

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 | 5 | Текущий контроль | Защита практической работы №1 (раздел 1) | 0,25 | 5 | (Контроль раздела 1) Практическая работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек, отчет по практической работе оформляется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Критерии начисления баллов: 5 баллов - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, правильный ответ на каждый из 3-х вопросов при защите. 4 балла - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 3 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|------------------|--|------|---|---|---------|
| | | | | | <p>при защите.</p> <p>2 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите.</p> <p>1 балл - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, не правильный ответ на 3 вопроса из 3-х вопросов при защите.</p> <p>0 баллов - практическая работа не выполнена и не защищена, отчет не оформлен.</p> | | |
| 2 | 5 | Текущий контроль | Защита практической работы №2 (раздел 2) | 0,25 | 5 | <p>(Контроль раздела 2) Практическая работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек, отчет по практической работе оформляется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).</p> <p>Критерии начисления баллов:</p> <p>5 баллов - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, правильный ответ на каждый из 3-х вопросов при защите.</p> <p>4 балла - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите.</p> <p>3 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите.</p> <p>2 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите.</p> <p>1 балл - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, не правильный ответ на 3 вопроса из 3-х вопросов при защите.</p> <p>0 баллов - практическая работа не выполнена и не защищена, отчет не</p> | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|------------------|--|------|---|--|---------|
| | | | | | | оформлен. | |
| 3 | 5 | Текущий контроль | Защита практической работы №3 (раздел 3) | 0,25 | 5 | <p>(Контроль раздела 3) Практическая работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек, отчет по практической работе оформляется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Критерии начисления баллов: 5 баллов - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, правильный ответ на каждый из 3-х вопросов при защите. 4 балла - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 3 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 2 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 1 балл - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, не правильный ответ на 3 вопроса из 3-х вопросов при защите. 0 баллов - практическая работа не выполнена и не защищена, отчет не оформлен.</p> | экзамен |
| 4 | 5 | Текущий контроль | Защита практической работы №4 (раздел 4) | 0,25 | 5 | <p>(Контроль раздела 3) Практическая работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек, отчет по практической работе оформляется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом</p> | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|---------|---|---|--|---------|
| | | | | | индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Критерии начисления баллов: 5 баллов - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, правильный ответ на каждый из 3-х вопросов при защите. 4 балла - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 3 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 2 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 1 балл - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, не правильный ответ на 3 вопроса из 3-х вопросов при защите. 0 баллов - практическая работа не выполнена и не защищена, отчет не оформлен. | | |
| 5 | 5 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 5 | Студенту выдается экзаменационный билет, состоящий из 3-х вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. Максимальная оценка правильного ответа на каждый вопрос указывается в билете. Частично правильный ответ на вопрос соответствует половине указанных баллов. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На подготовку к ответу студенту дается 20 минут, непосредственно ответ преподавателю - 10 минут. | экзамен |

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|--|---|
| экзамен | Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Каждый студент по очереди берет билет и | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>готовится к ответу. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания.</p> <p>Длительность ответа каждого студента: 20 минут на подготовку к ответу, 10 минут непосредственно ответ преподавателю.</p> <p>Оценка за экзамен рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине R_d на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ по формуле $R_d = R_{тек}$, где $R_{тек} = 0,25 KM1 + 0,25 KM2 + 0,25 KM3 + 0,25 KM4$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле $R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па}$, где $R_{па}$ - баллы полученные на промежуточной аттестации (экзамен). Шкала перевода рейтинга в оценку: "Отлично" - $R_d = 85 \dots 100\%$; "Хорошо" - $R_d = 75 \dots 84\%$; "Удовлетворительно" - $R_d = 60 \dots 74\%$; "Неудовлетворительно" - $R_d = 0 \dots 59\%$.</p> | |
|--|--|--|

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | |
|-------------|--|------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ОПК-9 | Знает: Особенности применения электрических двигателей различных типов в конструкциях приводов технологического оборудования | + | + | + | + | + |
| ОПК-9 | Умеет: Выбирать необходимый тип двигателя и рассчитывать мощность привода с учётом работы механизма | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Москаленко, В. В. Электрический привод Учеб. для сред. проф. образования по группе специальностей 1800 "Электротехника" В. В. Москаленко. - М.: Мастерство: Высшая школа, 2000. - 365, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Соколов, М. М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов [Текст] учеб. для вузов по специальности "Электропривод и автоматизация пром. установок" М. М. Соколов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1969
2. Москаленко, В. В. Автоматизированный электропривод Учебник В. В. Москаленко. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 416 с. ил.
3. Михайлов, О. П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов Учеб. для машиностроит. спец. вузов. - М.: Машиностроение, 1990. - 303 с. ил.
4. Кацман, М. М. Электрические машины Учеб. для сред. проф. образования по специальности "Электротехника". - 3-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001. - 462, [1] с. ил.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Лабораторный практикум "Электрический привод"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Лабораторный практикум "Электрический привод"

Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание |
|---|--|---|--|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу. [Электронный ресурс] / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 368 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3185 — Загл. с экрана. |
| 2 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/5845 — Загл. с экрана. |
| 3 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Учебно-методические материалы кафедры | Лабораторный практикум "Электрический привод" https://mechatronics.susu.ru/literature-rus.html |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|---------------|--|
| Лекции | 815 (36) | 1. Персональный компьютер. 2. Проектор. 3. Интерактивная доска. 4. Программное обеспечение MS Office, Windows. |
| Практические занятия и семинары | 812-2 (36) | 1. Персональный компьютер. 2. Интерактивная доска. 3. Программное обеспечение MS Office, Windows. 4. Проектор. |