

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
И.А. Пыталев

14.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МАШИН И  
УСТАНОВОК ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА***

Направление подготовки (специальность)

21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электрификация и автоматизация горного производства

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	4, 5
Семестр	8, 9

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

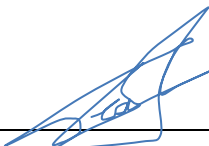
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Горных машин и транспортно-технологических комплексов  
11.02.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
14.02.2022 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

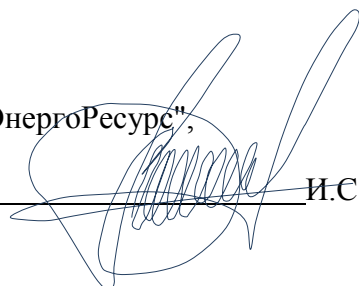
Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ГМиТТК,  
канд. техн. наук

  
Б.М. Габбасов

Рецензент:  
Заместитель генерального директора  
по перспективному развитию

ООО "УралЭнергоРесурс",

канд. техн. наук

  
И.С Туркин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.М. Мажитов

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

- формирование и развитие способности к анализу и синтезу электроприводов машин и оборудования горного производства;
- формирование и развитие способности анализировать состояние и перспективы развития автоматизированного электропривода машин и оборудования, их технологического оборудования и комплексов на их базе;
- формирование и развитие способности проводить стандартные испытания электроприводов машин технологического оборудования;
- формирование и развитие способности анализировать состояние и перспективы развития электроприводов горных машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе;
- формирование и развитие способности определять способы достижения целей проекта, выявлять приоритеты решения задач при производстве, модернизации и ремонте электроприводов горных машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе;
- формирование и развитие способности разрабатывать конкретные варианты решения проблем производства, модернизации и ремонта электроприводов горных машин и оборудования, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности;
- формирование и развитие способности разрабатывать с использованием информационных технологий, конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов электроприводов горных машин и оборудования и их технологического оборудования;
- формирование и развитие способности проводить стандартные испытания электроприводов горных машин и оборудования.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория автоматического управления  
Силовая преобразовательная техника  
Автоматизация и электрификация горного производства  
Физические основы электроники  
Электрические машины  
Средства электроавтоматики в гидро- и пневмоприводах  
Электротехника  
Гидропневмопривод и гидропневмоавтоматика горных машин  
Обогащение полезных ископаемых  
Горные машины и оборудование  
Физика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Диагностика и надёжность автоматизированных систем  
Электрооборудование шахт, карьеров и обогатительных предприятий  
Автоматика машин и установок горного производства  
Электроснабжение горного производства  
Управление техническими системами

Программируемые контроллеры в системах автоматизации производственных процессов

Проектирование электрооборудования и электроснабжения горных предприятий

Монтаж и эксплуатация электроустановок

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - преддипломная практика

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций
ПК-1.1	Обосновывает технологию и электрификацию горных работ, методы профилактики аварий электрооборудования горного производства, способы ликвидации их последствий
ПК-1.2	Использует цифровые информационные технологии при проектировании электрооборудования и электроснабжения машин и оборудования горных предприятий

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 144,4 акад. часов;
- аудиторная – 135 акад. часов;
- внеаудиторная – 9,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 72,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. час

Форма аттестации - экзамен, курсовой проект

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Тема 1.1								
1.1 Краткий исторический обзор развития электропривода на горных работах. Роль отечественных ученых, проектных и научно-исследовательских институтов в создании и совершенствовании электропривода машин и установок горных производств. Роль электропривода в решении задач по повышению эффективности производства. Особенности проектирования, конструирования и эксплуатации систем электропривода.	8	2				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2						
2. Тема 1.2								

<p>2.1 Основные факторы, определяющие выбор электропривода для машин и установок. Условия эксплуатации электрооборудования на горных работах. Характеристика окружающей среды. Особенности исполнения элементов систем электропривода для горных работ. Режимы работы, нагрузочные диаграммы, необходимая точность регулирования координат и т.п. Совместимость электроприводов машин и установок горных предприятий с системой электроснабжения. Примеры учета основных факторов при выборе систем электропривода машин и установок карьеров.</p>	8	4			7	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к практическому занятию и выполнение практических работ.</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии. Защита лабораторных работ. Проверка индивидуального задания и его защита.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>
Итого по разделу	4			7				
3. Тема 1.3								
<p>3.1 Типовые структуры систем автоматизированного электропривода и методы их расчета. Системы электропривода с параллельной коррекцией. Системы электропривода с последовательной коррекцией.</p>	8	4			7	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>
Итого по разделу	4			7				
4. Тема 1.4								

4.1 Конструктивные особенности электрических машин для привода механизмов горных производств. Усилители в электроприводе горных машин. Преобразователи и регуляторы. Датчики и аппаратура управления и защиты. Статические и динамические свойства элементов автоматизированного электропривода.	8	4			9,3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4			9,3			
5. Тема 1.5								
5.1 Условия работы и основные операции, выполняемые одноковшовыми экскаваторами с рабочим оборудованием мехлопаты и драглайна. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы основных механизмов экскаваторов. Требования к системам электропривода основных механизмов экскаваторов.	8	6	3/2И		10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		6	3/2И		10			
6. Тема 1.6								



6.1 Электропривод постоянного тока основных механизмов. Электропривод по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией. Способы возбуждения генераторов и основные виды возбудителей. Структуры электроприводов системы Г-Д с параллельной коррекцией. Виды обратных связей и их назначение. Статические и динамические свойства электроприводов с параллельной коррекцией.	8	6	2/2И		10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		6	2/2И		10			
7. Тема 1.7								
7.1 Принцип работы и структуры электроприводов постоянного тока систем Г-Д и ТП-Д с подчиненным регулированием переменных. Статические и динамические свойства электро-приводов основных механизмов с подчиненным регулированием переменных. Оптимизация режимов работы.	8	6	12/2И		10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		6	12/2И		10			
Итого за семестр		32	17/6И		53,3		экзамен	
8. Тема 2.1								

<p>8.1 Динамические нагрузки в электромеханических системах основных механизмов с упругими связями. Демпфирующие свойства электроприводов. Формирование динамических процессов и ограничение нагрузок в элементах электромеханических систем.</p> <p>Принцип работы и схемы электроприводов переменного тока основных механизмов.</p> <p>Электроприводы системы управляемой преобразователей частоты - двигатель.</p> <p>Расчет систем электропривода основных механизмов. Выбор электрических машин и основных элементов систем управления электроприводов.</p> <p>Энергетические и экономические показатели электроприводов: характер потребления электроэнергии, коэффициент мощности, удельный расход электроэнергии, масса и габаритные размеры, капитальные и эксплуатационные затраты.</p> <p>Основные направления совершенствования электропривода одноковшовых экскаваторов.</p>	9	4	4	4	8	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.</p> <p>Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p>	<p>Индивидуальное собеседование.</p> <p>Индивидуальное со-общение на занятии.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>
Итого по разделу		4	4	4	8			
9. Тема 2.2								

9.1 Типы и типоразмеры электроприводов буровых станков, их характеристики и принцип действия	9	4	4	4	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4	4	4	8			
10. Тема 2.3								
10.1 Особенности электропривода машин и установок непрерывного действия. Требования к системам электропривода основных механизмов. Динамические нагрузки в установках непрерывного действия и способы их ограничения. Требования к системам электропривода основных механизмов. Электропривод основных механизмов роторных экскаваторов: роторно-го колеса, поворотного механизма, механизмов подъема и выдвижения стрелы. Схемы систем электроприводов. Расчет систем электропривода. Выбор электрических машин и основных элементов систем электропривода. Энергетические и экономические показатели систем электропривода. Основные направления совершенствования электроприводов машин и комплексов непрерывного действия.	9	4	4	4	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4	4	4	8			
11. Тема 2.4								

<p>11.1 Условия работы, основные операции, кинематические схемы, нагрузки и режимы работы основных механизмов буровых станков. Требования к системам электропривода основных механизмов. Системы электропривода станков вращательного, ударно-вращательного и огневого бурения. Схемы электропривода буровых станков. Расчет и выбор основных элементов систем электропривода. Энергетические и экономические показатели электроприводов. Основные направления развития электропривода буровых станков.</p>	9	6	4	6	10	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>
Итого по разделу		6	4	6	10			
12. Тема 2.5								

<p>12.1 Условия эксплуатации, кинематические схемы, нагрузки и режимы работы вертикальных и наклонных подъемных установок, лебедок, кранов и конвейеров. Требования к системам электропривода. Электропривод подъемных установок, лебедок и кранов. Способы формирования диаграмм скорости при электроприводе переменного и постоянного тока. Точность останки и способы ее обеспечения. Схемы управления электропривода. Расчет и выбор электрических машин и элементов систем электропривода. Защита электроприводов подъемных установок. Электропривод конвейерных установок. Схемы систем электропривода. Особенности электропривода многодвигательных конвейеров. Электропривод конвейерных линий. Расчет и выбор основных элементов систем электропривода. Энергетические и экономические показатели систем электропривода подъемно-транспортных установок, основные направления их совершенствования.</p>	9	6	2/5И	6	10	<p>Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).</p>	<p>Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.</p>	<p>ПК-1.1, ПК-1.2</p>
Итого по разделу		6	2/5И	6	10			
13. Тема 2.6								



14.1 Нагрузки и режимы работы турбомашин: насосных, землесосных, вентиляторных и турбокомпрессорных установок. Требования к системам электропривода. Электропривод турбомеханизмов с постоянной и регулируемой производительностью. Схемы систем электропривода насосов, землесосов, вентиляторных. Выбор электрических двигателей и элементов систем управления. Энергетические и технико-экономические показатели, основные направления развития систем электропривода насосных, вентиляторных и компрессорных установок.	9	6		6/5И	2,7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).	Индивидуальное собеседование. Индивидуальное со-общение на занятии.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		6		6/5И	2,7			
Итого за семестр		36	18/5И	36/15И	48,7		экзамен, кп	
Итого по дисциплине		68	35/11И	36/15И	102		экзамен, курсовой проект	

## 5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлекссию.

Основной тип проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

4. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее за-планированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-прессконференция.

5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении





специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Васильев, Б.Г. Электропривод. Энергетика электропривода: Учебник / Б.Г. Васильев. - М.: Солон-пресс, 2015. - 268 с.
2. Анучин, А.С. Системы управления электроприводов / А.С. Анучин. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 373 с.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Алексеев, К.Б. Микроконтроллерное управление электроприводом / К.Б. Алексеев, К.А. Палагута. - М.: МГИУ, 2008. - 298 с.
3. Асташев, В.К. Машиностроение. Энциклопедия. В 40-и т. Электропривод. Гидро- и виброприводы. Т.IV-2. Гидро- и виброприводы. Книга 2 / В.К. Асташев. - М.: Машино-строение, 2012. - 304 с.
4. Балковой, А.П. Прецизионный электропривод с вентильными двигателями: Монография / А.П. Балковой. - М.: МЭИ, 2010. - 328 с.
5. Бекишев, Р.Ф. Электропривод: Учебное пособие для академического бакалавриата / Р.Ф. Бекишев, Ю.Н. Дементьев. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 301 с.
- 6
7. Васильев, Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода / Б.Ю. Васильев. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 268 с.
8. Гульков, Г.И. Системы автоматизированного управления электроприводами / Г.И. Гульков. - Минск: Новое знание, 2007. - 394 с.
9. Денисов, В.А. Электроприводы переменного тока с частотным управлением: Учебное пособие / В.А. Денисов. - Ст. Оскол: ТНТ, 2013. - 164 с.
10. Епифанов, А.П. Основы электропривода / А.П. Епифанов. - СПб.: Лань, 2008. - 192 с.
11. Епифанов, А.П. Основы электропривода / А.П. Епифанов. - СПб.: Лань, 2009. - 192 с.
12. Епифанов, А.П. Электропривод: Учебник / А.П. Епифанов, Л.М. Милайчук, А.Г. Гушинский. - СПб.: Лань, 2012. - 400 с.
13. Епифанов, А.П. Электропривод / А.П. Епифанов. - СПб.: Лань, 2012. - 400 с.
14. Епифанов, А.П. Основы электропривода: Учебное пособие / А.П. Епифанов. - СПб.: Лань, 2008. - 192 с.

### **в) Методические указания:**

1. Исследование асинхронной машины: Методические указания по выполнению лабораторной работы студентами очной и заочной форм обучения специальности

"Горное дело". Магнитогорск: МГТУ, 2015. – 14 с.

2. Исследование частотного преобразователя Simens Micromaster 420: Методические указания по выполнению лабораторной работы студентами очной и заочной форм обучения специальности "Горное дело". Магнитогорск: МГТУ, 2015. – 14 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Autodesk AutoCAD 2020	учебная версия	бессрочно
Autodesk AutoCAD Electrical 2020	учебная версия	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий :

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения занятий для проведения практических занятий:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с доступом в электронную образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Лабораторный стенд FESTO

## Приложение 1

### **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МАШИН И УСТАНОВОК ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА » предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа по освоению дисциплины необходима для углубленного изучения материала курса.

Самостоятельная работа студентов регламентируется графиками учебного процесса и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из следующих взаимосвязанных частей:

1) Изучение теоретического материала в форме:

- Самостоятельное изучение учебной и научно литературы по теме
- Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическими материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).

Остаточные знания определяются результатами сдачи (экзамена).

2) Подготовка к лабораторным занятиям

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, приведенных в разделе 7.

Целью курсовой работы является закрепление и расширение теоретических знаний по расчету автоматизированного электропривода и приобретение умений и навыков по обоснованию технологических требований к автоматизированному электроприводу конкретного типа горной машины или механизма. По заданным техническим условиям для одной из горных машин необходимо сформулировать требования и обосновать выбор системы электропривода, разработать принципиальную схему электропривода, произвести расчеты и выбрать мощность электрических машин, рассчитать параметры системы управления и выбрать

необходимую аппаратуру, выполнить расчет динамики и проверить систему на устойчивость, выполнить анализ качества процесса управления по кривой переходного процесса и при необходимости осуществить коррекцию системы, установить энергетические показатели системы электропривода.

Для проведения контроля знаний, умений и навыков студентов по дисциплине разработаны:

– теоретические вопросы для самоконтроля при подготовке к экзамену;

### **1 семестр**

1. Какие требования предъявляются к электроприводу горных машин?
2. Что такое экскаваторная характеристика ?
3. От чего зависит коэффициент заполнения экскаваторной характеристики ?
4. Какие требования предъявляются к рабочему участку экскаваторной характеристики ?
5. Как формируется рабочий участок экскаваторной характеристики?
6. Как формируется участок токоограничения?
7. Какие преобразователи вы знаете?
8. Какие разновидности САУ используется для электропривода горных машин?
9. Что такое токовая отсечка?
10. Назовите виды токовых отсечек?
11. Что такое потенциометрическая отсечка?
12. Что подразумевает магнитная отсечка?
13. Нарисуйте схему Г-Д с СМУ?
14. Что такое подчиненное регулирование?
15. Нарисуйте схему подчиненного регулирования двух координат?
16. Назовите принципы регулирования скорости и момента в электроприводе горных машин ?
17. Объясните назначение магнитного усилителя?
18. Приведите характеристику двухтактного магнитного усилителя?
19. Назначение гибких обратных связей в электроприводе горных машин?
20. Назовите статические показатели регулирования ?
21. Назовите динамические показатели регулирования?
22. Какие требования предъявляются к электроприводу горных машин в динамике?
23. Как улучшить динамические показатели системы электропривода?
24. Как осуществляется гальваническая развязка в электроприводе ?
25. Какими способами обеспечивается жесткость механической характеристики?
26. Что такое и когда применяется обратная связь по скорости?
27. От чего зависит вид сквозной характеристики тиристорного преобразователя?
28. Для чего нужны датчики в электроприводе?
29. Что такое задержанная обратная связь?
30. Датчики тока в электроприводе горных машин?
31. Датчики скорости в электроприводе горных машин?
32. Что такое задатчик интенсивности?
33. Какими способами можно повышать жесткость механической характеристики?
34. Какими способами формируется отсечка в системе подчиненного регулирования?:
35. Что такое потенциометрическая отсечка?
36. Что такое магнитная отсечка?
37. Какого назначения преобразователей частоты?
38. Почему привода горных машин должны обладать экскаваторной характеристикой?
39. Какие типы регуляторов вы знаете?
40. Нарисуйте схему ПИ-регулятора и объясните его работу?
41. От чего зависит коэффициент передачи П-регулятора?
42. Приведите примеры реализации гибких обратных связей?
43. Какие двигатели постоянного тока применяются в электроприводе горных машин?

44. Какие генераторы постоянного тока применяются в электроприводе горных машин?
45. От чего зависят динамические свойства двигателей постоянного тока?
46. От чего зависят динамические свойства генераторов постоянного тока?
47. Что такое критическое возбуждение генераторов постоянного тока?
48. Что такое принцип компенсации?
49. Для чего применяется компенсирующая положительная обратная связь?
50. Для чего нужна гальваническая развязка и как она реализуется?

## **2 семестр**

1. Роль электропривода в решении задач повышения эффективности производства.
2. Принципиальные схемы систем электропривода насосов, землесосов, вентиляторов.
3. Условия эксплуатации электрооборудования на горных работах.
4. Электропривод конвейерных установок. Схемы систем электропривода.
5. Режимы работы, нагрузочные диаграммы, необходимая точность регулирования координат электроприводов горных машин и механизмов.
6. Электропривод подъемных установок.
7. Типовые структуры систем автоматизированного электропривода.
8. Системы электропривода станков шарошечного бурения.
9. Системы электропривода с параллельной коррекцией (с одним суммирующим усилителем).
10. Энергетические и экономические показатели электроприводов буровых станков.
11. Системы электропривода с последовательной коррекцией (подчиненного регулирования координат).
12. Электропривод поворотного механизма роторных экскаваторов.
13. Конструктивные особенности электрических машин для привода механизмов горных производств.
14. Электропривод ходового механизма роторных экскаваторов.
15. Усилители, преобразователи и регуляторы в электроприводе горных машин.
16. Энергетические и экономические показатели систем электропривода роторных экскаваторов.
17. Датчики и аппаратура управления и защиты.
18. Какое электрооборудование установлено на многоковшовых экскаваторах?
19. Статические свойства элементов автоматизированного электропривода.
20. Какое электрооборудование установлено на конвейерных установках?
21. Динамические свойства элементов автоматизированного электропривода.

22. Какое электрооборудование установлено на подъемных установках шахт?
23. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма подъема экскаватора типа прямая мехлопата.
24. Какое электрооборудование установлено на компрессорных установках?
25. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма напора экскаватора типа прямая мехлопата.
26. Какое электрооборудование установлено на водоотливных установках?
27. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма поворота экскаватора типа прямая мехлопата.
28. Какое электрооборудование установлено на вентиляторных установках главного проветривания?
29. Требования к системам электропривода основных механизмов одноковшовых экскаваторов.
30. Энергетические и экономические показатели систем электропривода многоковшовых экскаваторов.
31. Требования к системам электропривода основных механизмов многоковшовых экскаваторов.
32. Энергетические и экономические показатели электроприводов одноковшовых экскаваторов.
33. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.
34. Формирование динамических процессов и ограничение нагрузок в элементах электромеханических систем одноковшовых экскаваторов.
35. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.
36. Способы настройки электроприводов основных механизмов с подчиненным регулированием.
37. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.
38. Способы возбуждения генераторов и основные виды возбудителей.
39. Структурная схема электропривода системы управляемой преобразователей частоты – асинхронный двигатель.
40. Виды обратных связей и их назначение в электроприводе основных механизмов одноковшовых экскаваторов.
41. Особенности электропривода машин и установок непрерывного действия Требования к системам электропривода основных механизмов.
42. Энергетические и экономические показатели электроприводов: характер потребления электроэнергии, коэффициент мощности, удельный расход электроэнергии многоковшовых экскаваторов.
43. Электропривод механизма роторного колеса роторных экскаваторов.
44. Статические и динамические свойства магнитных усилителей в автоматизированном электроприводе.



45. Условия работы, основные операции, кинематические схемы, нагрузки и режимы работы основных механизмов буровых станков. Требования к системам электропривода основных механизмов.

46. Особенности исполнения элементов систем электропривода для одноковшовых экскаваторов.

47. Условия эксплуатации, кинематические схемы, нагрузки и режимы работы вертикальных и наклонных подъемных установок, лебедок, кранов и конвейеров. Требования к системам электропривода.

48. Особенности исполнения элементов систем электропривода для шахтного подъема.

49. Нагрузки и режимы работы турбомашин: насосных, землесосных, вентиляторных и турбокомпрессорных установок. Требования к системам электропривода.

50. Особенности исполнения элементов систем электропривода для забойных машин и механизмов шахт, опасных по метану.

## Приложение 2

### 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за период обучения и проводится в форме зачета.

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-1: Способен создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций</b>		
ПК-1.1	Обосновывает технологию и электрификацию горных работ, методы профилактики аварий электрооборудования горного производства, способы ликвидации их последствий.	Теоретические вопросы к зачету (перечень вопросов приведен в разделе 7
ПК-1.2	Использует цифровые информационные технологии при проектировании электрооборудования и электроснабжения машин и оборудования горных предприятий	Практические задания для зачета (примерный перечень заданий приведен в разделе 7,

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МАШИН И УСТАНОВОК ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА » включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

**Экзамен** по данной дисциплине проводится в устной форме по теоретическим вопросам.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** – обучающийся демонстрирует уровень сформированности компетенций выше порогового: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

1. Изучение принципиальной схемы электропривода экскаватора ЭКГ-4.6
2. Изучение принципиальных схем электроприводов роторных экскаваторов
3. Изучение принципиальных схем электроприводов бурового станка СБШ-250
4. Изучение принципиальной схемы электропривода экскаватора ЭШ-15/90
5. Изучение принципиальной схемы электроприводов экскаватора ЭКГ-8И

Для проведения контроля знаний, умений и навыков студентов по дисциплине разработаны:

– теоретические вопросы для самоконтроля при подготовке к экзамену;

1. Какие требования предъявляются к электроприводу горных машин?
2. Что такое экскаваторная характеристика ?
3. От чего зависит коэффициент заполнения экскаваторной характеристики ?
4. Какие требования предъявляются к рабочему участку экскаваторной характеристики ?
5. Как формируется рабочий участок экскаваторной характеристики?
6. Как формируется участок токоограничения?
7. Какие преобразователи вы знаете?
8. Какие разновидности САУ используется для электропривода горных машин?
9. Что такое токовая отсечка?
10. Назовите виды токовых отсечек?
11. Что такое потенциометрическая отсечка?
12. Что подразумевает магнитная отсечка?
13. Нарисуйте схему Г-Д с СМУ?
14. Что такое подчиненное регулирование?
15. Нарисуйте схему подчиненного регулирования двух координат?
16. Назовите принципы регулирования скорости и момента в электроприводе горных машин ?
17. Объясните назначение магнитного усилителя?

18. Приведите характеристику двухтактного магнитного усилителя?
19. Назначение гибких обратных связей в электроприводе горных машин?
20. Назовите статические показатели регулирования ?
21. Назовите динамические показатели регулирования?
22. Какие требования предъявляются к электроприводе горных машин в динамике?
23. Как улучшить динамические показатели системы электропривода?
24. Как осуществляется гальваническая развязка в электроприводе ?
25. Какими способами обеспечивается жесткость механической характеристики?
26. Что такое и когда применяется обратная связь по скорости?
27. От чего зависит вид сквозной характеристики тиристорного преобразователя?
28. Для чего нужны датчики в электроприводе?
29. Что такое задержанная обратная связь?
30. Датчики тока в электроприводе горных машин?
31. Датчики скорости в электроприводе горных машин?
32. Что такое задатчик интенсивности?
33. Какими способами можно повышать жесткость механической характеристики?
34. Какими способами формируется отсечка в системе подчиненного регулирования?:
35. Что такое потенциометрическая отсечка?
36. Что такое магнитная отсечка?
37. Какого назначения преобразователей частоты?
38. Почему привода горных машин должны обладать экскаваторной характеристикой?
39. Какие типы регуляторов вы знаете?
40. Нарисуйте схему ПИ-регулятора и объясните его работу?
41. От чего зависит коэффициент передачи П-регулятора?
42. Приведите примеры реализации гибких обратных связей?
43. Какие двигатели постоянного тока применяются в электроприводе горных машин?
44. Какие генераторы постоянного тока применяются в электроприводе горных машин?
45. От чего зависят динамические свойства двигателей постоянного тока?
46. От чего зависят динамические свойства генераторов постоянного тока?
47. Что такое критическое возбуждение генераторов постоянного тока?
48. Что такое принцип компенсации?
49. Для чего применяется компенсирующая положительная обратная связь?
50. Для чего нужна гальваническая развязка и как она реализуется?

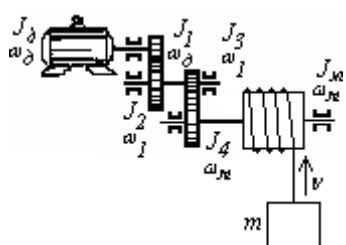
1. Роль электропривода в решении задач повышения эффективности производства.
2. Принципиальные схемы систем электропривода насосов, землесосов, вентиляторов.
3. Условия эксплуатации электрооборудования на горных работах.
4. Электропривод конвейерных установок. Схемы систем электропривода.
5. Режимы работы, нагрузочные диаграммы, необходимая точность регулирования координат электроприводов горных машин и механизмов.
6. Электропривод подъемных установок.
7. Типовые структуры систем автоматизированного электропривода.
8. Системы электропривода станков шарошечного бурения.
9. Системы электропривода с параллельной коррекцией (с одним суммирующим усилителем).
10. Энергетические и экономические показатели электроприводов буровых станков.

11. Системы электропривода с последовательной коррекцией (подчиненного регулирования координат).
12. Электропривод поворотного механизма роторных экскаваторов.
13. Конструктивные особенности электрических машин для привода механизмов горных производств.
14. Электропривод ходового механизма роторных экскаваторов.
15. Усилители, преобразователи и регуляторы в электроприводе горных машин.
16. Энергетические и экономические показатели систем электропривода роторных экскаваторов.
17. Датчики и аппаратура управления и защиты.
18. Какое электрооборудование установлено на многоковшовых экскаваторах?
19. Статические свойства элементов автоматизированного электропривода.
20. Какое электрооборудование установлено на конвейерных установках?
21. Динамические свойства элементов автоматизированного электропривода.
22. Какое электрооборудование установлено на подъемных установках шахт?
23. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма подъема экскаватора типа прямая мехлопата.
24. Какое электрооборудование установлено на компрессорных установках?
25. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма напора экскаватора типа прямая мехлопата.
26. Какое электрооборудование установлено на водоотливных установках?
27. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма поворота экскаватора типа прямая мехлопата.
28. Какое электрооборудование установлено на вентиляторных установках главного проветривания?
29. Требования к системам электропривода основных механизмов одноковшовых экскаваторов.
30. Энергетические и экономические показатели систем электропривода многоковшовых экскаваторов.
31. Требования к системам электропривода основных механизмов многоковшовых экскаваторов.
32. Энергетические и экономические показатели электроприводов одноковшовых экскаваторов.

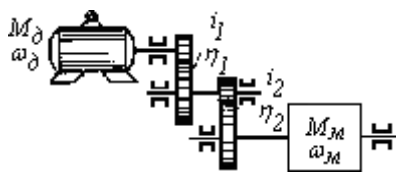
33. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.
34. Формирование динамических процессов и ограничение нагрузок в элементах электромеханических систем одноковшовых экскаваторов.
35. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.
36. Способы настройки электроприводов основных механизмов с подчиненным регулированием.
37. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.
38. Способы возбуждения генераторов и основные виды возбудителей.
39. Структурная схема электропривода системы управляемой преобразователей частоты – асинхронный двигатель.
40. Виды обратных связей и их назначение в электроприводе основных механизмов одноковшовых экскаваторов.
41. Особенности электропривода машин и установок непрерывного действия Требования к системам электропривода основных механизмов.
42. Энергетические и экономические показатели электроприводов: характер потребления электроэнергии, коэффициент мощности, удельный расход электроэнергии многоковшовых экскаваторов.
43. Электропривод механизма роторного колеса роторных экскаваторов.
44. Статические и динамические свойства магнитных усилителей в автоматизированном электроприводе.
45. Условия работы, основные операции, кинематические схемы, нагрузки и режимы работы основных механизмов буровых станков. Требования к системам электропривода основных механизмов.
46. Особенности исполнения элементов систем электропривода для одноковшовых экскаваторов.
47. Условия эксплуатации, кинематические схемы, нагрузки и режимы работы вертикальных и наклонных подъемных установок, лебедок, кранов и конвейеров. Требования к системам электропривода.
48. Особенности исполнения элементов систем электропривода для шахтного подъема.
49. Нагрузки и режимы работы турбомашин: насосных, землесосных, вентиляторных и турбокомпрессорных установок. Требования к системам электропривода.
50. Особенности исполнения элементов систем электропривода для забойных машин и механизмов шахт, опасных по метану.

**Примеры практических заданий для промежуточной аттестации**

1. Определить статический момент на валу двигателя подъемного крана, а также мощность, необходимую для подъема груза и скорость вращения двигателя, если масса поднимаемого груза  $m=5000\text{кг}$ , а масса крюка и блока  $m_k=300\text{кг}$ . Передаточные числа ступеней редуктора:  $i_1 = i_2 = i_3 = 4$ ; к.п.д. ступеней передачи  $\eta_1 = \eta_2 = \eta_3 = 0,92$ . Линейная скорость подъема груза  $v = 0,4\text{м/с}$ . Диаметр барабана  $1,2\text{м}$ .



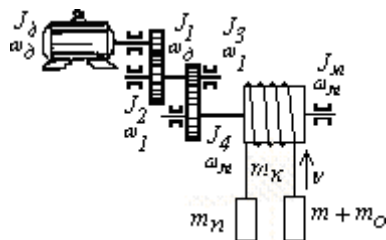
2. Дана кинематическая схема привода с вращательным движением. При вращении, например поворотной платформы экскаватора, со скоростью  $n_1=0,025\text{с}^{-1}$  статический момент на шестерне 1 равен  $M_c=3780\text{Нм}$ ; к.п.д. каждой пары передачи =  $0,95$ , а передаточные числа пар  $i_1 = 2,7, i_2 = 2,8$ .



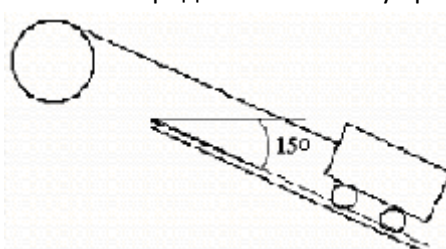
Определить статический момент и статическую мощность на валу двигателя.

3. Определить приведенный к валу двигателя момент инерции уравновешенной подъемной лебедки.

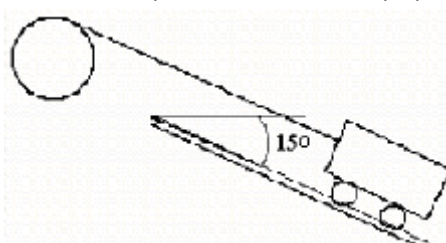
Даны: Массы поднимаемого груза  $m = 3000\text{кг}$ ; порожнего сосуда  $m_0 = 2500\text{кг}$ ; противовеса  $m_n = 4000\text{кг}$ ; одной ветви каната  $m_k = 560\text{кг}$ . Моменты инерции: барабана  $J_6=950\text{кгм}^2$ ; первого зубчатого колеса  $J_1=250\text{кгм}^2$ ; второго  $J_2=70\text{кгм}^2$ ; третьего  $J_3 = 150\text{кгм}^2$ ; четвертого  $J_4=5\text{кгм}^2$ . Маховый момент ротора двигателя  $GD^2 = 400\text{кгм}^2$ . Передаточные числа  $i_1=5$ , второй  $i_2=6$ . Диаметр барабана  $D=3\text{м}$ . Скорость двигателя  $n=580\text{об/мин}$ .



4. Определить величину вращающих моментов на валу барабана, необходимую при подъеме вагонетки вверх по уклону при установившемся движении, если масса полезного груза  $m = 750\text{кг}$ , масса вагонетки  $m_0 = 250\text{кг}$ , диаметр колеса вагонетки  $D_k = 35\text{см}$ , диаметр цапфы  $d_u = 5\text{см}$ , коэффициент трения качения колеса  $f = 0,05$ , коэффициент трения скольжения цапф  $\mu = 0,08$ , коэффициент увеличения трения от реборд  $a = 1,4$ , диаметр барабана лебедки  $D_6 = 0,5\text{м}$ , к.п.д. барабана  $\eta = 0,9$ , угол наклона подъема  $\alpha=15^\circ$ .



5. Определить величину вращающих моментов на валу барабана, необходимую при подъеме вагонетки вверх по уклону при разгоне вагонетки с ускорением  $1\text{м/с}^2$ , если масса полезного груза  $m = 750\text{кг}$ , масса вагонетки  $m_0 = 250\text{кг}$ , диаметр колеса вагонетки  $D_k = 35\text{см}$ , диаметр цапфы  $d_u = 5\text{см}$ , коэффициент трения качения колеса  $f = 0,05$ , коэффициент трения скольжения цапф  $\mu =$



0,08, коэффициент увеличения трения от реборд  $a = 1,4$ , диаметр барабана лебедки  $D_6 = 0,5\text{м}$ , к.п.д. барабана  $\eta = 0,9$ , угол наклона подъема  $\alpha = 15^\circ$ .



6. Определить величину вращающих моментов на валу барабана, необходимую при подъеме вагонетки вверх по уклону при торможении вагонетки с замедлением  $-1\text{м/с}^2$ , если масса полезного груза  $m = 750\text{кг}$ , масса вагонетки  $m_0 = 250\text{кг}$ , диаметр колеса вагонетки  $D_k = 35\text{см}$ , диаметр цапфы  $d_c = 5\text{см}$ , коэффициент трения качения колеса  $f = 0,05$ , коэффициент трения скольжения цапф  $\mu = 0,08$ , коэффициент увеличения трения от реборд  $a = 1,4$ , диаметр барабана лебедки  $D_6 = 0,5\text{м}$ , к.п.д. барабана  $\eta = 0,9$ , угол наклона подъема  $\alpha = 15^\circ$ .



7. Определить величину вращающих моментов на валу барабана, необходимую при спуске пустой вагонетки (ускорения  $\pm 1\text{м/с}^2$ ), если масса полезного груза  $m = 750\text{ кг}$ , масса вагонетки  $m_0 = 250\text{кг}$ , диаметр колеса вагонетки  $D_k = 35\text{см}$ , диаметр цапфы  $d_c = 5\text{см}$ , коэффициент трения качения колеса  $f = 0,05$ , коэффициент трения скольжения цапф  $\mu = 0,08$ , коэффициент увеличения трения от реборд  $a = 1,4$ , диаметр барабана лебедки  $D_6 = 0,5\text{м}$ , к.п.д. барабана  $\eta = 0,9$ , угол наклона подъема  $\alpha = 15^\circ$ .

8. Генератор постоянного тока П51 с параллельным возбуждением имеет: мощность  $P_H = 5\text{кВт}$ ; напряжение  $U_H = 230\text{В}$ ; скорость вращения  $n_H = 1450\text{об/мин}$ ; сопротивление цепи якоря  $R_A = 0,635\text{Ом}$ ; сопротивление обмотки возбуждения  $R_B = 91\text{Ом}$ ; магнитные и механические потери  $P_x = 0,052P_H$ . Определить номинальный ток якоря, ЭДС обмотки якоря в номинальном режиме, электрические потери и суммарные потери, потребляемую (механическую) мощность и КПД в номинальном режиме.

9. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением имеет: число пар полюсов  $p = 2$ ; число витков якоря  $w = 124$ ; число пар параллельных ветвей  $a = 2$ ; скорость вращения  $n_H = 2850\text{об/мин}$ ; сопротивление цепи якоря  $R_A = 0,04\text{ Ом}$ ; ток обмотки возбуждения  $I_B = 2,0\text{А}$ ; ЭДС в номинальном режиме  $E_H = 234,4\text{В}$ ; номинальный ток генератора  $I_H = 108\text{А}$ , КПД  $\eta = 0,89$ . Определить мощности электромагнитную, потребляемую и на выводах генератора, сумму потерь, потери электрические, добавочные, механические и магнитные и напряжение холостого хода генератора.

10. Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением имеет: напряжение  $U_H = 220\text{В}$ ; ток  $I_H = 43\text{А}$ ; скорость вращения  $n_H = 1000\text{об/мин}$ ; сопротивление цепи якоря  $R_A = 0,3\text{Ом}$ ; номинальный ток обмотки возбуждения  $I_B = 1,5\text{А}$ . Определить частоту вращения якоря, если напряжение, подведенное к обмотке якоря, понизить до  $200\text{В}$ , а вращающий момент на валу двигателя и ток возбуждения оставить при этом неизменными.

11. Четырехполюсный двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением имеет: напряжение  $U_H = 220\text{В}$ ; ток  $I_H = 102\text{А}$ ; число пар полюсов  $p = 2$ ; число проводников в обмотке якоря  $N = 600$ ; число пар параллельных ветвей  $a = 2$ ; магнитный поток  $\Phi = 1,4 \cdot 10^{-2}\text{Вб}$ ; сопротивление обмотки якоря  $R_A = 0,1\text{Ом}$ ; ток обмотки возбуждения  $I_B = 2,0\text{А}$ . Определить ЭДС обмоток якоря, номинальную частоту вращения, номинальный вращающий момент, КПД, сопротивление пускового реостата при пусковом токе  $I_n = 3I_H$  и пусковой ток при отсутствии пускового реостата.

12. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения включен в сеть напряжением  $U_H = 220\text{В}$  и при номинальном вращающем моменте  $M_H = 101,7\text{Нм}$  развивает скорость вращения  $n_H = 750\text{об/мин}$  при КПД  $\eta_H = 0,75$ . Сопротивления обмотки якоря  $R_\alpha = 0,443\text{Ом}$ , обмотки возбуждения  $R_\beta = 0,197\text{Ом}$ , сопротивление пускового реостата  $R_\pi = 1,17\text{Ом}$ . Определить номинальную, потребляемую и электромагнитную мощности и пусковой ток двигателя при неизменном  $U_H$ .

13. Паспортные данные асинхронного короткозамкнутого двигателя: скольжение  $s_H = 0,05$ ; обмотка статора соединена в звезду и подключена к сети переменного тока с линейным напряжением  $U_1 = 380\text{В}$ ; число витков в каждой фазе статора  $w_1 = 88$ ,  $w_2 = 12$ ; магнитный поток  $\Phi_H = 1,21 \cdot 10^{-2}\text{Вб}$ ; обмоточный коэффициент статора  $K_{o1} = 0,92$ , ротора  $K_{o2} = 0,95$ ; частота тока  $f = 50\text{Гц}$ .

Определить ЭДС, индуцируемую в фазе статора и ротора при неподвижном и вращающемся роторе, коэффициент трансформации и процентное соотношение ЭДС от подводимого напряжения обмотки статора.

14. Паспортные данные асинхронного короткозамкнутого двигателя: напряжение  $380/220\text{В}$ ; номинальная мощность  $P_2 = 40\text{кВт}$ ; номинальная скорость вращения  $n_2 = 980\text{об/мин}$ ; КПД  $\eta_H = 91,5\%$ ; коэффициент мощности  $\cos\varphi_H = 0,91$ , кратность пускового тока  $K_I = 5$  и пускового момента  $K_M = 1,1$ ; перегрузочная способность двигателя  $\lambda = 1,8$ . Определить число пар полюсов, номинальное скольжение, номинальные максимальный и пусковой моменты, номинальный и пусковой токи двигателя при соединении обмоток статора в треугольник и звезду.

15. Трехфазный шестиполюсный асинхронный двигатель имеет паспортные данные: напряжение  $380/220\text{В}$ ; номинальная мощность  $P_2 = 5\text{кВт}$ ; номинальная скорость вращения  $n_2 = 940\text{ об/мин}$ ; КПД  $\eta_H = 74,5\%$ ; коэффициент мощности  $\cos\varphi_H = 0,91$ . Определить мощность, потребляемую от сети  $P_1$ , номинальное скольжение, номинальный и пусковой токи двигателя при соединении обмоток статора в треугольник и звезду.

16. Рассчитать мощность двигателя для электропривода вентилятора, создающего давление газа  $H = 76\text{ Н/м}^2$  при расходе  $Q = 15\text{ м}^3/\text{с}$  и выбрать систему привода.

17. Насос, работающий в продолжительном режиме, создает напор  $H = 8,2\text{м}$  при производительности  $Q = 0,5\text{м}^3/\text{с}$ , скорости вращения  $n = 950\text{об/мин}$ , КПД  $\eta = 0,6$ , удельной массе воды  $\gamma = 1000\text{Н/м}^3$ . Определить мощность двигателя и выбрать систему привода насоса.

18. Выбрать асинхронный двигатель для вентилятора, если при частоте вращения  $n = 475\text{об/мин}$  вращающий момент составляет  $M = 10\text{Нм}$ . Номинальная частота вращения  $n_H = 950\text{об/мин}$ , а зависимость момента вентилятора от соотношения частот вращения задана уравнением  $M_H = M(n_H/n)^2$ .

19. Двигатель постоянного тока имеет напряжение питания  $U_H = 220\text{В}$  и скорость вращения  $n_H = 1000\text{об/мин}$ . График изменения тока при работе механизма задан в таблице.

Ток, А	40	30	20	40	30	20
Время, с	120	180	300	120	180	300

Определить мощность двигателя.



20. Выбрать двигатель постоянного тока для подъемного механизма, работающего в повторно-кратковременном режиме, если цикл продолжается 135 с и имеет следующие рабочие режимы

Номер	1	2	3	4
Момент, Нм	500	225	150	50
Время, с	5	20	5	15

Необходимая частота вращения двигателя  $n = 740$  об/мин и номинальное напряжение  $U_n = 220$  В.

21. Выбрать двигатель для нерегулируемого подъемного механизма, если известно, что вес поднимаемого груза  $F = 1500$  Н, максимальная высота подъема  $h = 15$  м, скорость подъема  $v = 0,3$  м/с, продолжительность крепления груза  $t = 60$  с, КПД механизма  $\eta = 0,6$ , диаметр барабана лебедки  $d = 0,4$  м.

Определить фактическую продолжительность включения ПВ%. Пересчитать мощность двигателя со стандартной ПВ% = 40% на фактическую ПВ%.

22. Конвейер работает в продолжительном режиме. Выбрать двигатель переменного тока со скоростью вращения  $n = 2880$  об/мин, создающего скорость ленты  $v = 3,5$  м/с при тяговом усилии  $F = 1000$  Н и КПД  $\eta = 96\%$ .

23. Определить эквивалентный момент, эквивалентную мощность и выбрать двигатель, если частота вращения  $n = 1500$  об/мин, общее время цикла составляет  $t_u = 15$  с, время работы характеризуется:

$$t_1 = 2 \text{ с}, \quad M_1 = 7,5 \text{ Нм};$$

$$t_2 = 3 \text{ с}, \quad M_2 = 5,6 \text{ Нм};$$

$$t_3 = 6 \text{ с}, \quad M_1 = 3,6 \text{ Нм}.$$

24. Определить мощность двигателя для механизма, если частота вращения  $n = 720$  об/мин, общее время цикла составляет  $t_u = 120$  с, время работы характеризуется:

$$t_1 = 4 \text{ с}, \quad M_1 = 588 \text{ Нм};$$

$$t_2 = 18 \text{ с}, \quad M_2 = 245 \text{ Нм};$$

$$t_3 = 13 \text{ с}, \quad M_1 = 147 \text{ Нм}.$$

25. Определить мощность двигателя подъемного механизма, если частота вращения  $n = 725$  об/мин, общее время цикла  $t_u = 120$  с, время работы характеризуется:

$$t_1 = 0,35 \text{ с}, \quad M_1 = 759,5 \text{ Нм};$$

$$t_2 = 16,3 \text{ с}, \quad M_2 = 348 \text{ Нм};$$

$$t_3 = 0,18 \text{ с}, \quad M_1 = 627 \text{ Нм};$$

$$t_3 = 16,5 \text{ с}, \quad M_1 = 204 \text{ Нм}.$$

