



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. Пыгалев

14.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН***

Направление подготовки (специальность)

15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль/специализация) программы

Транспортно-технологические машины, комплексы и оборудование
горно-металлургического производства

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск

2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026)

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

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

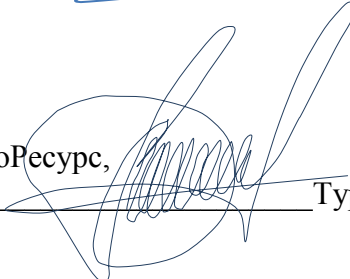
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
14.02.2022 г. протокол № 3

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


Туркин И.С.

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

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 Проектирование автоматизированных систем электроприводов горно-металлургических машин входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Математические методы в инженерии

Ремонтно-сервисное обслуживание

Методология и методы научного исследования

Основы научной коммуникации

Цифровое производство

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Современные технологии монтажа и наладки транспортно-технологических систем

Современные ремонтные технологии, материалы и оборудование

Защита интеллектуальной собственности

Учебная - научно-исследовательская работа

Производственная - преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Проектирование автоматизированных систем электроприводов горно-металлургических машин» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен организовать и проводить исследования, связанные с разработкой экспериментальных проектов и программ, проводить научно-технические работы по повышению эффективности машин, систем, процессов и оборудования горно-металлургического производства
ПК-1.1	Обосновывает технологию и механизацию работ, методы профилактики аварий машин и оборудования, способы ликвидации их последствий
ПК-1.2	Использует цифровые информационные технологии при проектировании горно-металлургических машин и оборудования
ПК-1.3	Предлагает решения по повышению надежности горно-металлургических машин и комплексов оборудования

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 39,2 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 33,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

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.	2	3	3/2И		6,1	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.	

<p>1.2 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>		5	5/2И		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>1.3 Типовые структуры систем автоматизированного электропривода и методы их расчета. Системы электропривода с параллельной коррекцией. Системы электропривода с последовательной коррекцией. 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.</p>		5	5/1,6И		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 сообщение на занятии.</p>	

<p>1.4 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. 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. Принцип работы и структуры электроприводов постоянного тока систем Г-Д и ТП-Д с подчиненным регулированием переменных. Статические и динамические свойства электроприводов основных механизмов с подчиненным регулированием переменных. Оптимизация режимов работы.</p>		5	5/1,6И		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 сообщение на занятии.</p>	
Итого по разделу		18	18/7,2И		33,1			
Итого за семестр		18	18/7,2И		33,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18	18/7,2И		33,1		экзамен	

5 Образовательные технологии

1. В учебном процессе предусмотрены занятия в форме разбора конкретных ситуаций, связанных с использованием современных систем автоматизированных электроприводов.

2. При проведении лабораторных и практических работ рассматриваются тесты по темам в интерактивной форме. Объем занятий в интерактивной форме.

3. Часть занятий лекционного типа проводятся в виде презентации.

4. Практические занятия проводятся с использованием рекомендуемого программного обеспечения.

5. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов по тематике курса.

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
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН» 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 библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).
- Остаточные знания определяются результатами сдачи (зачета).

2) Подготовка к лабораторным занятиям

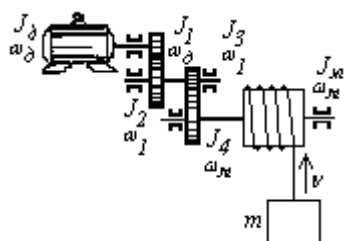
Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, приведенных в разделе 7.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (20 час)

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

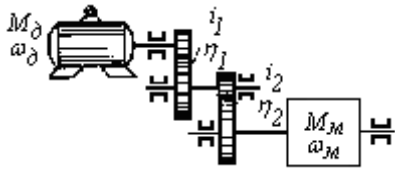
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ (20 час)

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 $1,2 \text{ м}$.

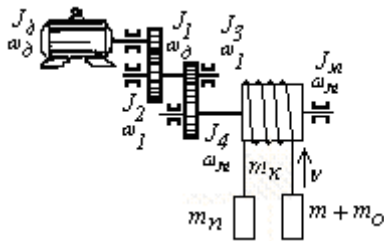


2. Дана кинематическая схема привода с вращательным движением. При вращении, например поворотной платформы экскаватора, со скоростью $n_1 = 0,025 \text{ с}^{-1}$ статический момент на шестерне 1 равен $M_c = 3780 \text{ Нм}$; к.п.д. каждой пары передачи $= 0,95$, а передаточные числа пар $i_1 = 2,7$,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

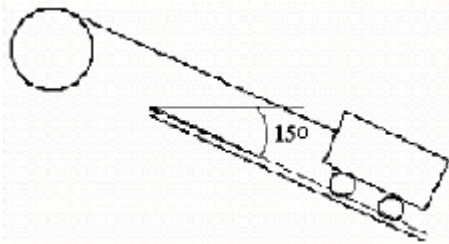
Определить статический момент и статическую мощность на валу двигателя.

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 $n = 580 \text{ об/мин}$.

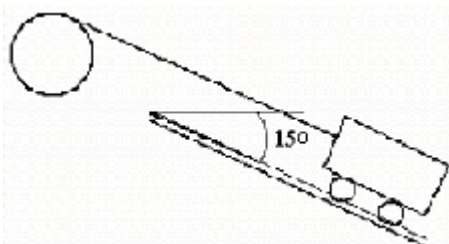


4. Определить величину вращающих моментов на валу барабана, необходимую при подъеме вагонетки вверх по уклону при установившемся движении, если масса полезного груза $m = 750 \text{ кг}$, масса вагонетки $m_0 = 250 \text{ кг}$, диаметр колеса вагонетки $D_k = 35 \text{ см}$, диаметр цапфы $d_u = 5 \text{ см}$, 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



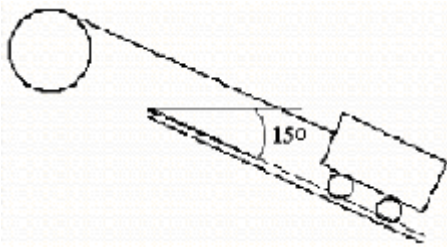
подъема $\alpha = 15^\circ$.

5. Определить величину вращающих моментов на валу барабана, необходимую при подъеме вагонетки вверх по уклону при разгоне вагонетки с ускорением 1 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 $\alpha = 15^\circ$.

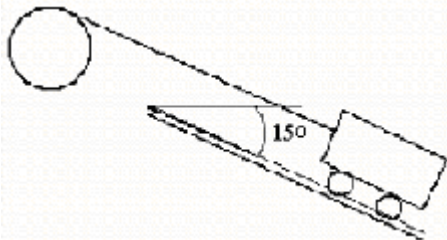
6. Определить величину вращающих моментов на валу барабана, необходимую при подъеме



вагонетки вверх по уклону при торможении вагонетки с замедлением -1 м/с^2 , если масса полезного груза $m = 750\text{ кг}$, масса вагонетки $m_o = 250\text{ кг}$, диаметр колеса вагонетки $D_k = 35\text{ см}$, диаметр цапфы $d_{ц} = 5\text{ см}$, 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 $D_b = 0,5\text{ м}$, 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 $m_o = 250\text{ кг}$, диаметр колеса вагонетки $D_k = 35\text{ см}$, диаметр цапфы $d_{ц} = 5\text{ см}$, 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 $D_b = 0,5\text{ м}$, к.п.д. барабана $\eta = 0,9$, угол наклона подъема $\alpha = 15^\circ$.

8. Генератор постоянного тока П51 с параллельным возбуждением имеет: мощность $P_n = 5\text{ кВт}$; напряжение $U_n = 230\text{ В}$; скорость вращения $n_n = 1450\text{ об/мин}$; сопротивление цепи якоря $R_a = 0,635\text{ Ом}$; сопротивление обмотки возбуждения $R_b = 91\text{ Ом}$; магнитные и механические потери $P_x = 0,052P_n$. 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 $n_n = 2850\text{ об/мин}$; сопротивление цепи якоря $R_a = 0,04\text{ Ом}$; ток обмотки возбуждения $I_b = 2,0\text{ А}$; ЭДС в номинальном режиме $E_n = 234,4\text{ В}$; номинальный ток генератора $I_n = 108\text{ А}$, 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 $U_n = 220\text{ В}$; ток $I_n = 43\text{ А}$; скорость вращения $n_n = 1000\text{ об/мин}$; сопротивление цепи якоря $R_a = 0,3\text{ Ом}$; номинальный ток

обмотки возбуждения $I_e = 1,5\text{А}$. Определить частоту вращения якоря, если напряжение, подведенное к обмотке якоря, понизить до 200В , а вращающий момент на валу двигателя и ток возбуждения оставить при этом неизменными.

11. Четырехполюсный двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением имеет: напряжение $U_n = 220\text{В}$; ток $I_n = 102\text{А}$; 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 $R_{\text{я}} = 0,1\text{Ом}$; ток обмотки возбуждения $I_e = 2,0\text{А}$. Определить ЭДС обмоток якоря, номинальную частоту вращения, номинальный вращающий момент, КПД, сопротивление пускового реостата при пусковом токе $I_n = 3I_n$ и пусковой ток при отсутствии пускового реостата.

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

13. Паспортные данные асинхронного короткозамкнутого двигателя: скольжение $s_n = 0,05$; обмотка статора соединена в звезду и подключена к сети переменного тока с линейным напряжением $U_l = 380\text{В}$; число витков в каждой фазе статора $w_1 = 88$, $w_2 = 12$; магнитный поток $\Phi_n = 1,21 \cdot 10^{-2}\text{Вб}$; 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 $\eta_n = 91,5\%$; коэффициент мощности $\cos\varphi_n = 0,91$, 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 $\eta_n = 74,5\%$; коэффициент мощности $\cos\varphi_n = 0,91$. Определить мощность, потребляемую от сети P_l , 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 $M = 10 \text{ Н/м}$. Номинальная частота вращения $n_n = 950 \text{ об/мин}$, а зависимость момента вентилятора от соотношения частот вращения задана уравнением $M_n = M(n_n/n)^2$.

19. Двигатель постоянного тока имеет напряжение питания $U_n = 220 \text{ В}$ и скорость вращения $n_n = 1000 \text{ об/мин}$. 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 $n = 740 \text{ об/мин}$ и номинальное напряжение $U_n = 220 \text{ В}$.

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

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:

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

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

$$t_3 = 6 \text{ с}, \quad M_3 = 3,6 \text{ Нм}.$$

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

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

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

$$t_3 = 13 \text{ с}, \quad M_3 = 147 \text{ Нм}.$$

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 экзамена .

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
----------------	----------------------------------	--------------------

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен организовать и проводить исследования, связанные с разработкой экспериментальных проектов и программ, проводить научно-технические работы по повышению эффективности машин, систем, процессов и оборудования горных машин и робототехнических комплексов		
ПК-1.1	Обосновывает технологию и механизацию горных работ, методы профилактики аварий машин и оборудования, способы ликвидации их последствий	<p>Для проведения контроля знаний, умений и навыков студентов по дисциплине разработаны:</p> <p>– теоретические вопросы для самоконтроля при подготовке к зачету;</p> <ol style="list-style-type: none"> 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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>электроприводу горных машин в динамике?</p> <p>23. Как улучшить динамические показатели системы электропривода?</p> <p>24. Как осуществляется гальваническая развязка в электроприводе ?</p> <p>25. Какими способами обеспечивается жесткость механической характеристики?</p> <p>26. Что такое и когда применяется обратная связь по скорости?</p> <p>27. От чего зависит вид сквозной характеристики тиристорного преобразователя?</p> <p>28. Для чего нужны датчики в электроприводе?</p> <p>29. Что такое задержанная обратная связь?</p> <p>30. Датчики тока в электроприводе горных машин?</p> <p>31. Датчики скорости в электроприводе горных машин?</p> <p>32. Что такое задатчик интенсивности?</p> <p>33. Какими способами можно повышать жесткость механической характеристики?</p> <p>34. Какими способами формируется отсечка в системе подчиненного регулирования?:</p> <p>35. Что такое потенциометрическая отсечка?</p> <p>36. Что такое магнитная отсечка?</p> <p>37. Какого назначения преобразователей частоты?</p> <p>38. Почему приводы горных машин должны обладать экскаваторной характеристикой?</p> <p>39. Какие типы регуляторов вы знаете?</p> <p>40. Нарисуйте схему ПИ-регулятора и объясните его работу?</p> <p>41. От чего зависит коэффициент передачи П-регулятора?</p> <p>42. Приведите примеры реализации гибких обратных связей?</p> <p>43. Какие двигатели постоянного тока применяются в электроприводе горных машин?</p> <p>44. Какие генераторы постоянного тока применяются в электроприводе горных машин?</p> <p>45. От чего зависят динамические свойства двигателей постоянного тока?</p> <p>46. От чего зависят динамические свойства генераторов постоянного тока?</p> <p>47. Что такое критическое возбуждение генераторов постоянного тока?</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>48. Что такое принцип компенсации?</p> <p>49. Для чего применяется компенсирующая положительная обратная связь?</p> <p>50. Для чего нужна гальваническая развязка и как она реализуется?</p>
ПК-1.2:	Использует цифровые информационные технологии при проектировании горных машин и оборудования	<p>15. Трехфазный шестиполюсный асинхронный двигатель имеет паспортные данные: напряжение 380/220В; номинальная мощность $P_2 = 5\text{кВт}$; номинальная скорость вращения $n_2 = 940\text{ об/мин}$; КПД $\eta_n = 74,5\%$; коэффициент мощности $\cos\varphi_n = 0,91$. Определить мощность, потребляемую от сети P_1, номинальное скольжение, номинальный и пусковой токи двигателя при соединении обмоток статора в треугольник и звезду.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>18. Выбрать асинхронный двигатель для вентилятора, если при частоте вращения $n = 475\text{ об/мин}$ вращающий момент составляет $M = 10\text{ Н/м}$. Номинальная частота вращения $n_n = 950\text{ об/мин}$, а зависимость момента вентилятора от соотношения частот вращения задана уравнением $M_n = M(n_n/n)^2$.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																													
		<p data-bbox="810 353 1517 510">19. Двигатель постоянного тока имеет напряжение питания $U_n = 220\text{В}$ и скорость вращения $n_n = 1000\text{об/мин}$. График изменения тока при работе механизма задан в таблице.</p> <table border="1" data-bbox="810 611 1517 752"> <tr> <td data-bbox="810 611 991 678">Ток, А</td> <td data-bbox="991 611 1075 678">40</td> <td data-bbox="1075 611 1160 678">30</td> <td data-bbox="1160 611 1244 678">20</td> <td data-bbox="1244 611 1329 678">40</td> <td data-bbox="1329 611 1414 678">30</td> <td data-bbox="1414 611 1517 678">20</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 678 991 752">Время, с</td> <td data-bbox="991 678 1075 752">120</td> <td data-bbox="1075 678 1160 752">180</td> <td data-bbox="1160 678 1244 752">300</td> <td data-bbox="1244 678 1329 752">120</td> <td data-bbox="1329 678 1414 752">180</td> <td data-bbox="1414 678 1517 752">300</td> </tr> </table> <p data-bbox="906 757 1369 790">Определить мощность двигателя.</p> <p data-bbox="810 898 1513 1093">20. Выбрать двигатель постоянного тока для подъемного механизма, работающего в повторно-кратковременном режиме, если цикл продолжается 135 с и имеет следующие рабочие режимы</p> <table border="1" data-bbox="810 1193 1517 1447"> <tr> <td data-bbox="810 1193 975 1261">Номер</td> <td data-bbox="975 1193 1114 1261">1</td> <td data-bbox="1114 1193 1252 1261">2</td> <td data-bbox="1252 1193 1391 1261">3</td> <td data-bbox="1391 1193 1517 1261">4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1261 975 1373">Момент, Нм</td> <td data-bbox="975 1261 1114 1373">500</td> <td data-bbox="1114 1261 1252 1373">225</td> <td data-bbox="1252 1261 1391 1373">150</td> <td data-bbox="1391 1261 1517 1373">50</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1373 975 1447">Время, с</td> <td data-bbox="975 1373 1114 1447">5</td> <td data-bbox="1114 1373 1252 1447">20</td> <td data-bbox="1252 1373 1391 1447">5</td> <td data-bbox="1391 1373 1517 1447">15</td> </tr> </table> <p data-bbox="810 1458 1517 1525">Необходимая частота вращения двигателя $n = 740\text{об/мин}$ и номинальное напряжение $U_n = 220\text{В}$.</p> <p data-bbox="810 1637 1517 1921">21. Выбрать двигатель для нерегулируемого подъемного механизма, если известно, что вес поднимаемого груза $F = 1500\text{Н}$, максимальная высота подъема $h = 15\text{м}$, скорость подъема $v = 0,3\text{м/с}$, продолжительность крепления груза $t = 60\text{с}$, КПД механизма $\eta = 0,6$, диаметр барабана лебедки $d = 0,4\text{м}$.</p> <p data-bbox="810 1962 1517 2116">Определить фактическую продолжительность включения ПВ%. Пересчитать мощность двигателя со стандартной ПВ% = 40% на фактическую ПВ%.</p>	Ток, А	40	30	20	40	30	20	Время, с	120	180	300	120	180	300	Номер	1	2	3	4	Момент, Нм	500	225	150	50	Время, с	5	20	5	15
Ток, А	40	30	20	40	30	20																									
Время, с	120	180	300	120	180	300																									
Номер	1	2	3	4																											
Момент, Нм	500	225	150	50																											
Время, с	5	20	5	15																											

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>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 $\eta = 96\%$.</p> <p>23. Определить эквивалентный момент, эквивалентную мощность и выбрать двигатель, если частота вращения $n = 1500$ об/мин, общее время цикла составляет $t_{\text{ц}} = 15$ с, время работы характеризуется:</p> $t_1 = 2\text{с}, \quad M_1 = 7,5\text{Нм};$ $t_2 = 3\text{с}, \quad M_2 = 5,6\text{Нм};$ $t_3 = 6\text{с}, \quad M_1 = 3,6\text{Нм}.$ <p>24. Определить мощность двигателя для механизма, если частота вращения $n = 720$ об/мин, общее время цикла составляет $t_{\text{ц}} = 120$ с, время работы характеризуется:</p> $t_1 = 4\text{с}, \quad M_1 = 588\text{Нм};$ $t_2 = 18\text{с}, \quad M_2 = 245\text{Нм};$ $t_3 = 13\text{с}, \quad M_1 = 147\text{Нм}.$
ПК-1.3:	Предлагает решения по повышению надежности горных машин и робототехнических комплексов	<p>1. Роль электропривода в решении задач повышения эффективности производства.</p> <p>2. Принципиальные схемы систем электропривода насосов, землесосов, вентиляторов.</p> <p>3. Условия эксплуатации электрооборудования на горных работах.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>4. Электропривод конвейерных установок. Схемы систем электропривода.</p> <p>5. Режимы работы, нагрузочные диаграммы, необходимая точность регулирования координат электроприводов горных машин и механизмов.</p> <p>6. Электропривод подъемных установок.</p> <p>7. Типовые структуры систем автоматизированного электропривода.</p> <p>8. Системы электропривода станков шарошечного бурения.</p> <p>9. Системы электропривода с параллельной коррекцией (с одним суммирующим усилителем).</p> <p>10. Энергетические и экономические показатели электроприводов буровых станков.</p> <p>11. Системы электропривода с последовательной коррекцией (подчиненного регулирования координат).</p> <p>12. Электропривод поворотного механизма роторных экскаваторов.</p> <p>13. Конструктивные особенности электрических машин для привода механизмов горных производств.</p> <p>14. Электропривод ходового механизма роторных экскаваторов.</p> <p>15. Усилители, преобразователи и регуляторы в электроприводе горных машин.</p> <p>16. Энергетические и экономические показатели систем электропривода роторных экскаваторов.</p> <p>17. Датчики и аппаратура управления и защиты.</p> <p>18. Какое электрооборудование установлено</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>на многоковшовых экскаваторах?</p> <p>19. Статические свойства элементов автоматизированного электропривода.</p> <p>20. Какое электрооборудование установлено на конвейерных установках?</p> <p>21. Динамические свойства элементов автоматизированного электропривода.</p> <p>22. Какое электрооборудование установлено на подъемных установках шахт?</p> <p>23. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма подъема экскаватора типа прямая мехлопата.</p> <p>24. Какое электрооборудование установлено на компрессорных установках?</p> <p>25. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма напора экскаватора типа прямая мехлопата.</p> <p>26. Какое электрооборудование установлено на водоотливных установках?</p> <p>27. Кинематические схемы, нагрузки и режимы работы механизма поворота экскаватора типа прямая мехлопата.</p> <p>28. Какое электрооборудование установлено на вентиляторных установках главного проветривания?</p> <p>29. Требования к системам электропривода основных механизмов одноковшовых экскаваторов.</p> <p>30. Энергетические и экономические показатели систем электропривода многоковшовых экскаваторов.</p> <p>31. Требования к системам электропривода основных механизмов многоковшовых</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>экскаваторов.</p> <p>32. Энергетические и экономические показатели электроприводов одноковшовых экскаваторов.</p> <p>33. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.</p> <p>34. Формирование динамических процессов и ограничение нагрузок в элементах электромеханических систем одноковшовых экскаваторов.</p> <p>35. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.</p> <p>36. Способы настройки электроприводов основных механизмов с подчиненным регулированием.</p> <p>37. Структурная схема электропривода по системе генератор-двигатель с параллельной коррекцией.</p> <p>38. Способы возбуждения генераторов и основные виды возбудителей.</p> <p>39. Структурная схема электропривода системы управляемой преобразователей частоты – асинхронный двигатель.</p> <p>40. Виды обратных связей и их назначение в электроприводе основных механизмов одноковшовых экскаваторов.</p> <p>41. Особенности электропривода машин и установок непрерывного действия Требования к системам электропривода основных механизмов.</p> <p>42. Энергетические и экономические показатели электроприводов: характер потребления электроэнергии, коэффициент мощности, удельный расход электроэнергии</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>многоковшовых экскаваторов.</p> <p>43. Электропривод механизма роторного колеса роторных экскаваторов.</p> <p>44. Статические и динамические свойства магнитных усилителей в автоматизированном электроприводе.</p> <p>45. Условия работы, основные операции, кинематические схемы, нагрузки и режимы работы основных механизмов буровых станков. Требования к системам электропривода основных механизмов.</p> <p>46. Особенности исполнения элементов систем электропривода для одноковшовых экскаваторов.</p> <p>47. Условия эксплуатации, кинематические схемы, нагрузки и режимы работы вертикальных и наклонных подъемных установок, лебедок, кранов и конвейеров. Требования к системам электропривода.</p> <p>48. Особенности исполнения элементов систем электропривода для шахтного подъема.</p> <p>49. Нагрузки и режимы работы турбомашин: насосных, землесосных, вентиляторных и турбокомпрессорных установок. Требования к системам электропривода.</p> <p>50. Особенности исполнения элементов систем электропривода для забойных машин и механизмов шахт, опасных по метану.</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН» 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»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.