

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Шпенст

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УПРАВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫМИ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль):	Электроприводы и системы управления электроприводов
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. А.А. Коржев

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Управление взаимосвязанными электромеханическими комплексами» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 147 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электроприводы и системы управления электроприводов».

Составитель _____ к.т.н., доц. А.А. Коржев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 30.01.2023 г., протокол № 09/03.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доц. С.В. Бабурин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Управление взаимосвязанными электромеханическими комплексами» – формирование у студентов базовых знаний по вопросам теории управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами, принципам их построения и функционирования, условиям применения и эксплуатации систем управления наиболее распространенных автоматизированных электромеханических комплексов.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основ теории управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами;
- овладение методами анализа и синтеза систем управления электромеханических систем различного назначения;
- формирование представлений об основных физических явлениях и процессах происходящих в управляемых взаимосвязанных электромеханических комплексах;
- формирование мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области создания автоматизированных электромеханических систем и комплексов различного назначения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Управление взаимосвязанными электромеханическими комплексами» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроприводы и системы управления электроприводов» и изучается во втором семестре.

Предшествующей основополагающей дисциплиной для дисциплины «Управление взаимосвязанными электромеханическими комплексами» является дисциплина «Современные проблемы электротехнических наук».

Дисциплина «Управление взаимосвязанными электромеханическими комплексами» является основополагающей для дисциплин «Компьютерное моделирование электроприводов» и «Проблемы электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Управление взаимосвязанными электромеханическими комплексами» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен организовать эксплуатацию электроприводов и систем управления электроприводов	ПКС-3.	ПКС-3.1. Организует эксплуатацию и ремонт электроэнергетического и электротехнического оборудования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единицы, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	54	54
Лекции (Л)	9	9
Практические занятия (ПЗ)	27	27
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	126	126
Выполнение курсовой работы (проекта)		
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	86	86
Подготовка к лабораторным занятиям	40	40
Подготовка к зачету / дифф. зачету	-	-
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / зачет (З) / экзамен (Э)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	180	180
зач. ед.	5	5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Особенности систем управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами в горной и нефтегазовой промышленности»	36	1	7	2	26
Раздел 2 «Математические модели систем управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами»	35	2	6	2	25
Раздел 3 «Системы управления электромеханическими комплексами на основе двигателей постоянного тока»	35	2	4	4	25
Раздел 4 «Системы управления электромеханическими комплексами на основе асинхронных электродвигателей»	41	2	6	8	25
Раздел 5 «Системы управления электромеханическими комплексами на основе синхронных электродвигателей»	33	2	4	2	25
Итого:	180	9	27	18	126

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Раздел	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Взаимосвязанные электроприводы машин и механизмов горного производства. Особенности режимов работы горных машин и характер их нагрузки. Специфика условий эксплуатации электрооборудования в добывающей отрасли. Особенности работы электромеханического оборудования при питании от сети электроснабжения ограниченной мощности.	1

2.	Раздел 2	Общие сведения о математическом моделировании. Общеметодологический подход к созданию моделей систем управления взаимосвязанными комплексами. Модели в виде направленных (сигнальных графов), модели в виде ненаправленных (поточковых) графов.	2
3.	Раздел 3	Структура систем электропривода постоянного тока. Математическое описание регулируемых электроприводов постоянного тока различного типа. Синтез систем последовательной коррекции.	2
4.	Раздел 4	Структура систем электропривода на основе асинхронного электродвигателя. Математическое описание регулируемых электроприводов переменного тока. Скалярные системы управления асинхронным приводом. Векторные системы управления асинхронными электроприводами. Системы прямого управления моментом асинхронного двигателя.	2
5.	Раздел 5	Структура систем электропривода на основе синхронного электродвигателя. Вентильный электропривод «постоянного тока». Вентильный электропривод «переменного тока». Особенности электропривода на основе вентильных реактивных электродвигателей.	2
Итого:			9

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Особенности систем управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами в горной и нефтегазовой промышленности	7
2.	Раздел 2.	Математические модели систем управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами	6
3.	Раздел 3.	Системы управления электромеханическими комплексами на основе двигателей постоянного тока.	4
4.	Раздел 4.	Системы управления электромеханическими комплексами на основе асинхронных электродвигателей.	6
5.	Раздел 5.	Системы управления электромеханическими комплексами на основе синхронных электродвигателей.	4
Итого:			27

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Моделирование динамических электромеханических систем на ЭВМ.	2
2.	Раздел 2.	Моделирование взаимосвязанной системы управления электроприводом	2
3.	Раздел 3.	Расчет и моделирование системы электропривода по системе ТП-Д	4
4.	Раздел 4.	Расчет и моделирование скалярной системы управления электроприводом переменного тока	4
		Расчет и моделирование векторной системы управления электроприводом переменного тока	4
5.	Раздел 5.	Расчет и моделирование системы управления электроприводом на основе вентильного двигателя	2
Итого:			18

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф. зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Особенности систем управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами в горной и нефтегазовой промышленности

1. Каковы особенности эксплуатации оборудования в условиях горных предприятий?
2. Как обеспечивается взрывозащита отдельных элементов системы электропривода?
3. Какие требования предъявляются электроприводу по электробезопасности?
4. Что следует учитывать при выборе силового электрооборудования используемого в горной промышленности?
5. Какие существуют группы взрывозащиты?
6. Что такое уровень взрывозащиты и какие они бывают?
7. Что такое температурный класс?
8. Как маркируется взрывозащищённое электрооборудование?

Раздел 2. Математические модели систем управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами

1. Какие способы представления математических моделей систем электропривода вам известны?
2. Как осуществить переход от дифференциальных уравнений к передаточным функциям?
3. Как осуществить переход от передаточных функций к дифференциальным уравнениям?
4. Что такое представление дифференциальных уравнений в форме Коши?
5. Как перейти от уравнения высокого порядка к системе уравнений первого порядка?
6. Что такое начальные условия при моделировании?
7. Почему при составлении модели на ЭВМ целесообразно использовать интегрирующие блоки вместо дифференцирующих?
8. В чём суть настройки контуров на технический оптимум?
9. В чём суть настройки контуров на симметричный оптимум?
10. В чём преимущества и недостатки систем с последовательной и параллельной коррекцией?

Раздел 3. Системы управления электромеханическими комплексами на основе двигателей постоянного тока

1. Как осуществляют выбор силовой части электропривода постоянного тока?
2. Какие существуют методы выбора двигателей и силовых преобразователей в системах постоянного тока?
3. Каковы преимущества и недостатки двигателей постоянного тока?
4. В чём отличие двигателей с различными способами возбуждения?
5. Каковы достоинства и недостатки системы генератор-двигатель?
6. Каковы достоинства и недостатки системы тиристорный преобразователь-двигатель?
7. Каковы достоинства и недостатки системы широтно-импульсный преобразователь-двигатель?
8. Какие существуют виды торможения в приводах постоянного тока?

Разделу 4. Системы управления электромеханическими комплексами на основе асинхронных электродвигателей

1. Как осуществляют выбор силовой части электропривода на основе асинхронного двигателя?
2. Какие существуют методы выбора двигателей и силовых преобразователей в системах асинхронного электропривода?
3. Каковы преимущества и недостатки асинхронных двигателей различного типа?
4. В чём отличие двигателей с короткозамкнутым и с фазным ротором?
5. Каковы достоинства и недостатки системы скалярного управления асинхронным двигателем?
6. Каковы достоинства и недостатки системы векторного управления асинхронным двигателем?
7. Каковы достоинства и недостатки системы прямого управления моментом асинхронного двигателя?
8. Каковы достоинства и недостатки вентильных каскадов на основе асинхронных двигателей с фазным ротором?
9. Как реализуются различные способы торможения в асинхронных электроприводах?

Разделу 5. Системы управления электромеханическими комплексами на основе синхронных электродвигателей.

1. Как осуществляют выбор силовой части электропривода на основе синхронных двигателей различного типа?
2. Какие существуют методы выбора двигателей и силовых преобразователей для синхронных электроприводов?
3. Каковы преимущества и недостатки синхронных двигателей различного типа?
4. Для чего осуществляют регулирование тока возбуждения синхронного двигателя в процессе работы?
5. Каковы достоинства и недостатки вентильных двигателей «постоянного» тока?
6. Каковы достоинства и недостатки вентильных двигателей «переменного» тока?
7. Как осуществляется пуск синхронных двигателей в работу при нерегулируемом приводе?
8. Какова область применения синхронных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф.зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф.зачету:

1. Чем отличаются двигательный режим, режим рекуперативного, динамического торможения и режим торможения противовключением?
2. Как выглядят механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного (с различными вариантами возбуждения) и переменного тока (синхронного и асинхронного)?
3. Как реализуются основные логические операции (И, ИЛИ, НЕ) на бесконтактных и контактных логических элементах?
4. Как в электроприводе реализуется режим ограничения момента?
5. Для чего в электроприводах машин обогатительного производства используют маховики?
6. Как осуществляется синхронизация положений следящих электроприводов?
7. Как осуществляют контроль натяжения полосы прокатываемого материала?
8. Какие существуют степени защиты оборудования от пыли и влаги?
9. Как диапазон регулирования скорости электропривода зависит от жесткости механической характеристики и диапазона изменения момента нагрузки?
10. Чем определяется время разгона и торможения электропривода?
11. Для чего включают добавочные сопротивления в цепь ротора асинхронного двигателя?
12. Для чего используется ослабление потока магнитного потока?
13. Для чего служат автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели, тепловые реле?

14. По каким формула осуществляется приведение моментов к валу двигателя?
15. Каким образом реализуются различные тормозные режимы в приводах постоянного и переменного тока? Как осуществляется их реверс?
16. Как осуществляют выбор тормозного резистора?
17. Как синхронная скорость электродвигателя связана с числом пар полюсов и частотой напряжения питающей сети?
18. Каковы конструктивные особенности различных электрических машин, какие из них обладают наибольшей надежностью?
19. Что является достоинствами и недостатками различных электрических машин?
20. В каких пределах находится перегрузочная способность по току и моменту различных электродвигателей?
21. Какие электродвигатели обладают жесткой, абсолютно жесткой, мягкой естественной характеристикой?
22. Как изменяется скорость и момент при изменении амплитуды и частоты питающего напряжения обмоток электродвигателя (для различных двигателей)?
23. Как меняется напор, расход и потребляемая мощность центробежной машины при изменении скорости вращения её электропривода?
24. Как обозначаются на схеме различные электродвигатели?
25. Каковы единицы измерения основных величин, характеризующих электропривод?
26. Что называют активным и реактивным моментом? Для каких машин характерен активный, а для каких реактивный момент?
27. Что такое скольжение асинхронного двигателя? Какое значение скольжения соответствует различным характерным точкам на рабочей характеристике?
28. Какие точки на механической и электромеханической характеристике соответствуют различным режимам работы электропривода?
29. Как устроен электропривод задвижек и шиберов?
30. Как осуществляется настройка контуров системы управления электроприводом на технический и симметричный оптимум?
31. Какова область применения различных систем электропривода?
32. Для чего предназначен инвертор?
33. На каких элементах обычно строятся современные полупроводниковые силовые преобразователи малой, средней и большой мощности?
34. Какие существуют способы пуска синхронных электродвигателей?
35. Как устроены и для чего применяются многоскоростные асинхронные электродвигатели?
36. Как осуществляют контроль загрузки дробилок и мельниц?
37. Как осуществляют регулирование загрузки дробилок и мельниц?
38. Какие функции выполняет АСУ скоростными режимами прокатного стана?
39. В каком режиме работают электроприводы различных машин и механизмов металлургического производства?
40. Что такое динамический момент и какой знак он имеет при разгоне и торможении?
41. Какие особенности имеет электропривод конвейеров?
42. Для чего в электроприводе обычно используют датчики на основе эффекта Холла?
43. Какие датчики скорости применяются в современном электроприводе?
44. Какие электродвигатели обладают наибольшей перегрузочной способностью?
45. Какие существуют законы управления асинхронным электроприводом и какой из них в каком случае используется?
46. Как меняется скорость вращения электродвигателя при включении в цепь его обмотки добавочного сопротивления?
47. Как обычно соотносятся номинальный и пусковой ток асинхронного двигателя общепромышленного назначения?

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Вопрос
1.	Как называют документ, принятый международным договором РФ, который устанавливает, обязательные для выполнения и исполнения требования к объекту технического регулирования?	1. Технический регламен 2. Государственный стандар 3. Международный стандар 4. Лицензия
2.	Кто разрабатывает техническое задание?	1. Госстандарт 2. Заказчик проекта 3. Разработчик проекта 4. Госгортехнадзор
3.	Какая литера присваивается документам, разработанным на стадии «техническое предложение»?	1. П 2. Э 3. Т 4. Р
4.	Какая литера присваивается документам, разработанным на стадии «технический проект»?	1. П 2. Э 3. Т 4. Р
5.	На какой стадии проектирования обычно разрабатывают принципиальные схемы?	1. Техническое предложение 2. Эскизный проект 3. Технический проект 4. Рабочий проект
6.	По какой формуле моменты инерции приводятся к валу двигателя?	1. $J_{пр} = J_d - \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k^2}$ 2. $J_{пр} = J_d + \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k^2}$ 3. $J_{пр} = J_d + \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k}$ 4. $J_{пр} = J_d - \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k}$
7.	По какой формуле момент сопротивления приводится к валу двигателя?	1. $M_{ст.пр} = \frac{M_{ст} \cdot \eta}{i}$ 2. $M_{ст.пр} = \frac{M_{ст} \cdot \eta}{i^2}$

		3. $M_{ст.пр} = \frac{M_{ст}}{i \cdot \eta}$ 4. $M_{ст.пр} = \frac{M_{ст}}{i^2 \cdot \eta}$
8.	В каких единицах измеряется момент инерции?	1. Н · м 2. Н · м ² 3. кг · м ² 4. $\frac{кг}{м^2}$
9.	В каких единицах измеряется вращающий момент?	1. Н · м 2. Н · м ² 3. кг · м ² 4. $\frac{кг}{м^2}$
10.	Чему равна жёсткость механической характеристики электродвигателя?	1. $\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$ 2. $\beta = \frac{\Delta \omega}{\Delta M}$ 3. $\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega^2}$ 4. $\beta = \frac{\Delta M^2}{\Delta \omega}$
11.	Какому режиму работы соответствует режим S1 согласно ГОСТ 28173-89?	1. Продолжительный 2. Кратковременный 3. Повторно кратковременный 4. Перемежающийся
12.	Для чего предназначен электромагнитный пускатель?	1. Для защитного отключения двигателя при коротком замыкании 2. Для включения и отключения двигателя, а также для выполнения функций защиты 3. Для регулирования магнитного потока 4. Для защиты обслуживающего персонала
13.	По какой формул определяют требуемую мощность преобразователя частоты?	1. $P_{пч} = (1,2 - 1,3) P_{дв} \cdot \eta_{дв}$ 2. $P_{пч} = (1,2 - 1,3) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$ 3. $P_{пч} = (2 - 3) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$ 4. $P_{пч} = (10 - 15) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$
14.	Какое дополнительное устройство необходимо для реализации режима динамического торможения в преобразователе частоты?	1. Никакого 2. Тормозной резистор 3. Активный выпрямитель 4. Реверсивный контактор
15.	Какое дополнительное устройство необходимо для реализации режима рекуперативного торможения в преобразователе частоты?	1. Никакого 2. Тормозной резистор 3. Активный выпрямитель 4. Реверсивный контактор
16.	Что такое «сухой» контакт?	1. Контакт, защищённый от влаги 2. Контакт, не получающий питание со стороны управляющего контроллера

		<p>преобразователя частоты и гальванически изолированный от его источника питания</p> <p>3. Контакт имеющий гальваническую изоляцию с помощью трансформатора</p> <p>4. Контакт, оснащённый дугогасительными устройствами</p>
17.	В чём преимущество многоуровневых инверторов?	<p>1. Возможность применения транзисторов или тиристоров рассчитанных на меньшее напряжение и лучшая форма выходного тока</p> <p>2. Возможность реализации на незапираемых тиристорах</p> <p>3. Более высокая надёжность и быстродействие</p> <p>4. Более простая система управления</p>
18.	Для чего предназначены снабберные цепи?	<p>1. Для увеличения быстродействия</p> <p>2. Ограничение скорости нарастания тока</p> <p>3. Ограничение скорости нарастания напряжения</p> <p>4. Для увеличения обратного напряжения</p>
19.	Чему равна частота пульсации тока на выходе трёхфазного выпрямителя по схеме Ларионова, питающегося от сети с частотой 50 Гц?	<p>1. 50 Гц</p> <p>2. 100 Гц</p> <p>3. 150 Гц</p> <p>4. 300 Гц</p>
20.	В чём преимущество систем подчинённого регулирования по сравнению с модальными регуляторами?	<p>1. Независимость настройки контуров регулирования</p> <p>2. Более высокое быстродействие</p> <p>3. Более высокая точность</p> <p>4. Меньшее транспортное запаздывание</p>

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Вопрос
1.	Какая схема обозначается литерами ЭЗ?	<p>1. Схема электрическая структурная</p> <p>2. Схема электрическая функциональная</p> <p>3. Схема электрическая принципиальная</p> <p>4. Таблица технико-экономических показателей</p>
2.	На какой стадии проектирования обычно разрабатываются сборочные чертежи?	<p>1. Техническое предложение</p> <p>2. Эскизный проект</p> <p>3. Технический проект</p> <p>4. Рабочий проект</p>
3.	Какими литерами обозначается схема электрическая монтажная?	<p>1. Э1</p> <p>2. Э2</p> <p>3. Э3</p>

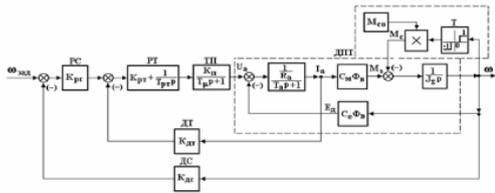
		4. Э4
4.	Как называется метод компоновки приборов, оборудования и машин из взаимозаменяемых, унифицированных узлов и агрегатов, каждый из которых представляет собой законченное изделие, выполняет определённую функцию и может быть использован при создании других изделий?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Унификация 2. Типизация 3. Агрегирование 4. Стандартизация
5.	Какая схема электропривода представлена на рисунке?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Структурная 2. Функциональная 3. Принципиальная 4. Монтажная
6.	Какой элемент принципиальной схемы обозначается буквами VT?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Транзистор 2. Тиристор 3. Диод 4. Трансформатор
7.	Какому режиму работы соответствует режим S2 согласно ГОСТ 28173-89?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Продолжительный 2. Кратковременный 3. Повторно кратковременный 4. Переключающийся
8.	Какому режиму работы соответствует режим S3 согласно ГОСТ 28173-89?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Продолжительный 2. Кратковременный 3. Повторно-кратковременный 4. Переключающийся
9.	Что происходит при рекуперативном торможении?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механическая энергия рабочей машины преобразуется в электрическую и возвращается обратно в питающую сеть 2. Механическая энергия рабочей машины преобразуется в электрическую и преобразуется в тепло выделяющееся на тормозном резисторе и в обмотках двигателя 3. Электрическая энергия потребляемая из сети расходуется только на нагревание обмоток двигателя 4. Электрическая энергия, потребляемая их сети, преобразуется в механическую, создавая момент, направленный встречно моменту рабочей машины
10.	От чего главным образом зависит время разгона электропривода?	<ol style="list-style-type: none"> 1. От приведенного момента инерции 2. От индуктивности обмоток 3. От величины критического скольжения

		4. От чувствительности датчика скорости
11.	По какой формул определяют требуемую мощность преобразователя частоты?	$1. P_{пч} = (1,2 - 1,3) P_{дв} \cdot \eta_{дв}$ $2. P_{пч} = (1,2 - 1,3) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$ $3. P_{пч} = (2 - 3) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$ $4. P_{пч} = (10 - 15) \frac{P_{дв}}{\eta_{дв}}$
12.	Какое дополнительное устройство необходимо для реализации режима динамического торможения в преобразователе частоты?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Никакого 2. Тормозной резистор 3. Активный выпрямитель 4. Реверсивный контактор
13.	Как жесткость механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением зависит от сопротивления якорной цепи?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Жесткость возрастает пропорционально сопротивлению якорной цепи. 2. Жесткость убывает пропорционально сопротивлению якорной цепи. 3. Жесткость не зависит от сопротивления якорной цепи. 4. Жесткость возрастает пропорционально квадрату сопротивления якорной цепи.
14.	Для чего используют ослабление магнитного потока обмотки возбуждения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для регулирования скорости вращения вверх от номинальной 2. Для регулирования скорости вращения вниз от номинальной 3. Для регулирования скорости вращения вверх и вниз от номинальной 4. Для увеличения момента привода
15.	В чем преимущество системы ТП-Д по сравнению с системой Г-Д?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Больше быстроедействие, меньшие габариты и стоимость, более высокий КПД. 2. Отсутствие влияния на питающую сеть. 3. Возможность реализации рекуперативного режима торможения. 4. Возможность компенсации реактивной мощности.
16.	Что необходимо сделать для того, что бы изменить направление вращения асинхронного двигателя на противоположное?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменить полярность напряжений в каждой из фаз 2. Поменять любые две фазы местами 3. Запитать обмотки всех фаз постоянным током 4. Изменить схему включения обмоток со звезды на треугольник
17.	Чему равна синхронная скорость двигателя переменного тока имеющего 3 пары полюсов на фазу (частота питающей сети 50 Гц)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 500 об/мин 2. 750 об/мин 3. 1000 об/мин

		4. 1500 об/мин 5. 50 об/мин
18.	Какие электродвигатели отличаются наибольшей простотой конструкции и наибольшей надежностью?	1. Двигатели постоянного тока 2. Синхронные двигатели с электромагнитным возбуждением 3. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором 4. Асинхронные двигатели с фазным ротором
19.	Какой из преобразователей частоты не содержит в своём составе выпрямителя?	1. НПЧ 2. НВ+АИН с ШИМ 3. НВ+АИН с АМ 4. УВ+АИТ
20.	Какой из преобразователей частоты не может быть реализован на незапираемых тиристорах?	1. НПЧ 2. НВ+АИН с ШИМ 3. НВ+АИН с АМ 4. УВ+АИТ

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Вопрос
1.	Как называется схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия?	1. Структурная 2. Функциональная 3. Принципиальная 4. Монтажная
2.	Какая схема электропривода представлена на рисунке?	1. Структурная 2. Функциональная 3. Принципиальная 4. Монтажная
3.	Как выглядит основное уравнение движения электропривода?	1. $J \frac{d}{dt} \omega = M - M_{ст}$ 2. $J^2 \frac{d}{dt} \omega = M - M_{ст}$ 3. $J^2 \frac{d}{dt} \omega = M + M_{ст}$ 4. $\frac{d}{dt} \omega = M + M_{ст} + J$
4.	По какой формуле моменты инерции приводятся к валу двигателя?	1. $J_{пр} = J_d - \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k^2}$ 2. $J_{пр} = J_d + \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k^2}$



		$3. J_{\text{пр}} = J_{\text{д}} + \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k}$ $4. J_{\text{пр}} = J_{\text{д}} - \sum_{k=1}^n \frac{J_k}{i_k}$
5.	По какой формуле определяется механическая мощность?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $P = M \cdot \omega \cdot \eta$ 2. $P = \frac{M \cdot \omega}{\eta}$ 3. $P = M \cdot \omega$ 4. $P = M^2 \cdot \omega$
6.	Что происходит при динамическом торможении?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механическая энергия рабочей машины преобразуется в электрическую и возвращается обратно в питающую сеть 2. Механическая энергия рабочей машины преобразуется в электрическую и преобразуется в тепло выделяющееся на тормозном резисторе и в обмотках двигателя 3. Электрическая энергия потребляемая из сети расходуется только на нагревание обмоток двигателя 4. Электрическая энергия, потребляемая из сети, преобразуется в механическую, создавая момент, направленный встречно моменту рабочей машины
7.	Какое устройство используется для защиты электрической цепи от токов короткого замыкания	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плавкий предохранитель 2. Электромагнитный контактор 3. Тиристорный пускатель 4. Тепловое реле
8.	Какое значение не должно превышать сопротивление заземляющих устройств в установках до 1000 В с изолированной нейтралью?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4 Ом 2. 8 Ом 3. 4 мкОм 4. 8 кОм
9.	Для чего в электроприводе используют инкрементальные энкодеры?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для защиты от перегрузок 2. Для измерения положения ротора 3. Для измерения момента 4. Для гальванической изоляции цепей
10.	Для чего в электроприводе используют инкрементальные оптроны?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для защиты от перегрузок 2. Для контроля положения ротора 3. Для измерения момента 4. Для гальванической изоляции цепей
11.	Для чего используются УЗО?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для защиты от коротких замыканий 2. Для защиты людей от поражения электрическим током 3. Для автоматического повторного включения 4. Для компенсации реактивной мощности
12.	Какой инвертор обладает наиболее мягкой нагрузочной характеристикой?	<ol style="list-style-type: none"> 1. АИН 2. АИТ 3. Инвертор ведомый сетью

		4. Резонансный инвертор
13.	Какой из преобразователей частоты не обеспечивает рекуперацию энергии в сеть?	1. НПЧ 2. НВ+АИН с ШИМ 3. АВ+АИН с ШИМ 4. УВ+АИТ
14.	Какой регулятор используют при апериодическом объекте и настройке на технический оптимум?	1. П 2. ПИ 3. ПИД 4. нечёткий
15.	Какой регулятор используют при интегральном объекте и настройке на технический оптимум?	1. П 2. ПИ 3. ПИД 4. нечёткий
16.	Какой регулятор используют при интегральном объекте и настройке на симметричный оптимум?	1. П 2. ПИ 3. ПИД 4. нечёткий
17.	Для чего служит преобразователь фаз в системе векторного регулирования?	1. Для перехода от трехфазной системы к двухфазной 2. Для перехода от неподвижной системы координат к подвижной 3. Для вычисления потокосцепления 4. Для компенсации действия перекрёстных обратных связей
18.	Какая их систем координат вращается со скоростью ротора?	1. $\alpha - \beta$ 2. $u - v$ 3. $d - q$ 4. $x - y$
19.	Какова последовательность настройки контуров в системах с подчинённым регулированием?	1. Сначала настраиваются внешние контуры 2. Сначала настраиваются внутренние контуры 3. Произвольная 4. Сначала настраиваются контуры с наибольшими постоянными времени
20.	Для чего на вход элемента сравнения контура регулирования скорости при настройке его на технический оптимум включают фильтр низкой частоты?	1. Для увеличения быстродействия 2. Для уменьшения перерегулирования 3. Для уменьшения запаздывания 4. Для уменьшения статической ошибки

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных лабораторных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных лабораторных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Фащиленко, В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий. Учебное пособие: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2011. — 260 с. Электронный ресурс <https://e.lanbook.com/book/1532>

2. Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 208 с. Электронный ресурс <https://e.lanbook.com/book/5845>

3. Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие: учеб. пособие / В.Б. Терехин, Ю.Н. Дементьев. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. Электронный ресурс <https://e.lanbook.com/book/82848>

4. Фролов, Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод: учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 464 с. Электронный ресурс <https://e.lanbook.com/book/102251>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Управление техническими системами : учеб. пособие / О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 44 с. : ил. - Библиогр.: с. 43 Электронный ресурс

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088183%2F%D0%91%2079%2D795074<.>

2. Управление техническими системами: учеб. пособие / О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 87 с. Электронный ресурс

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D481759<.>

3. Электрический привод. Моделирование приводов с векторным управлением горного оборудования : учеб. пособие / В. В. Алексеев, А. Е. Козярук, С. В. Бабурин. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 57 с. Электронный ресурс

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088692%2F%D0%90%2047%2D951253<.>

4. Современные принципы построения систем управления электроприводами: учеб. пособие / В. И. Вершинин. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 120 с. Электронный ресурс:

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D530994<.>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Управление техническими системами : учеб. пособие / О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 44 с. : ил. - Библиогр.: с. 43 Электронный ресурс

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088183%2F%D0%91%2079%2D795074<.>

2. Управление техническими системами: учеб. пособие / О. М. Большунова. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 87 с. Электронный ресурс

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D481759<.>

3. Электрический привод. Моделирование приводов с векторным управлением горного оборудования : учеб. пособие / В. В. Алексеев, А. Е. Козярук, С. В. Бабурин. - СПб. : Горн. ун-т, 2013. - 57 с. Электронный ресурс

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088692%2F%D0%90%2047%2D951253<.>

4. Математические модели и расчёт систем управления технологических комплексов

Санкт-Петербургский горный университет/ Сост. Большунова О.М., Коржев А.А., – СПб, 2016, – 60 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий

Аудитория оснащена следующим оборудованием: 26 посадочных мест, Стол 210×60×72 — 13 шт, Стул ИСО — 37 шт, Доска под фломастер 100×200 — 1 шт, Стол преподавателя с трибуной 160×55×72 — 1 шт, Рамка 1190×890 — 8 шт.

Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий

Лабораторные и практические занятия выполняются в компьютерном классе кафедры.

Аудитория оснащена следующим оборудованием: 12 посадочных мест. Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) - 13 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), стол – 15 шт., стул – 21 шт., доска маркерная - 1 шт., принтер Xerox Phaser 4600DN - 1 шт., плакат в рамке – 10 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

Аудитория оснащена следующим оборудованием:

14 посадочных мест

Принтер Xerox Phaser 4600DN - 1 шт., Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) – 15 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), стол – 17 шт., стул – 27 шт., доска маркерная - 1 шт., плакат в рамке – 31шт.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по курсу управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесах – 1 шт., подставка на колесах – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шурупверт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стула – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012, MicrosoftOpenLicense 48358058 от 11.04.2011, MicrosoftOpenLicense 49487710 от 20.12.2011, MicrosoftOpenLicense 49379550 от 29.11.2011, MicrosoftOffice 2010 Standard: MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012, MicrosoftOpenLicense 60853086 от 31.08.2012 Kasperskyantivirus 6.0.4.142.