

**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 А.С. Афанасьев

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН И  
МЕХАНИЗМОВ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.04 Горное дело
<b>Направленность (профиль):</b>	Транспортные системы горного производства
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	к.т.н., доцент Васильев Б. Ю.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Электропривод подъёмно-транспортных машин и механизмов» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело» направленность (профиль) «Транспортные системы горного производства».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н, доцент Васильев Б.Ю.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 27.01.2022 г., протокол № 08/01.

Заведующий кафедрой ЭиЭМ \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Шпенст В.А.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

*Цель* – изучение и приобретение студентами знаний о структуре электропривода подъемно-транспортных механизмов на основе электродвигателей переменного и постоянного тока, характеристиках электропривода, способах регулирования и технических средствах их реализации, методах выбора электротехнического оборудования электроприводов подъемно-транспортных механизмов, методов повышения динамических и энергетических характеристик электропривода, обеспечения энергоэффективности, высокого уровня электромагнитной, электромеханической и энергетической совместимости

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электропривод подъемно-транспортных машин и механизмов» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.04 Горное дело» и изучается в 8 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электропривод подъемно-транспортных машин и механизмов» являются «Высшая математика», «Физика», «Горные машины и оборудование».

Дисциплина «Электропривод подъемно-транспортных машин и механизмов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Техническое обслуживание и ремонт транспортных систем открытых горных работ», «Техническое обслуживание и ремонт транспортных систем подземных разработок», «Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

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

Процесс изучения дисциплины «Электропривод подъемно-транспортных машин и механизмов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен создавать и эксплуатировать системы технологического транспорта горного производства с обеспечением комплекса технических и организационных мер по безопасной эксплуатации элементов транспортных систем.	ПКС-7.	ПКС-7.1. Знать: типы и конструкции транспортных машин горных предприятий ПКС-7.2. Уметь: создавать и эксплуатировать системы технологического транспорта горного предприятия ПКС-7.3. Владеть: навыками обеспечения комплекса технических и организационных мер по безопасной эксплуатации транспортных систем
Способен эксплуатировать системы управления интегрированными транспортными системами горного производства, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций.	ПКС-8.	ПКС-8.1. Знать: состав, характеристики и особенности систем управления интегрированными транспортными системами горного производства ПКС-8.2. Уметь: эксплуатировать системы управления интегрированными транспортными системами горного производства ПКС-8.3. Владеть: методами и способами эксплуатации систем управления интегрированными транспортными системами горного производства.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Подготовка к лекциям	<i>до 0,5 ч/лекцию</i>	-
Подготовка к лабораторным работам	<i>до 2 ч / работу</i>	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	<i>до 2 / занятие; до 3 / семинар</i>	-
Выполнение курсовой работы / проекта	<i>до 20 / работу до 36 / проект</i>	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	<i>до 12 / задание</i>	12
Реферат	<i>до 12 / реферат</i>	-
Домашнее задание	<i>до 6 / задание</i>	-
Подготовка к контрольной работе	<i>до 3 / работу</i>	-
Подготовка к коллоквиуму	<i>до 3 / работу</i>	-
Аналитический информационный поиск	<i>до 18 в рамках дисциплины</i>	-
Работа в библиотеке	<i>до 18 в рамках дисциплины</i>	-
Подготовка к зачету / дифф. зачету	<i>3×n, где n – количество разделов дисциплины</i>	18
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>ДЗ, З, Э(36), КР, КП</b>	<b>ДЗ, КП</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>

### 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, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Общие сведения об автоматизированном электроприводе»	4	4			
Раздел 2 «Механика автоматизированного электропривода»	12	4	8		

Раздел 3 «Энергетика автоматизированного электропривода»	12	4	8		
Раздел 4 «Асинхронный автоматизированный электропривод»	86	6		16	64
Раздел 5 «Синхронный автоматизированный электропривод»	22	6		16	
Раздел 6 «Автоматизированные электроприводы стационарных установок горного производства»	4	4			
Раздел 7 «Автоматизированные электроприводы технологических машин горного производства»	4	4			
<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>64</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Общие сведения об автоматизированном электроприводе	Определение автоматизированного электропривода. Структурная схема автоматизированного электропривода. Состав и оборудование силовой части автоматизированного электропривода. Состав и оборудование управляющей части автоматизированного электропривода.	4
2	Механика автоматизированного электропривода»	Механическая система автоматизированного электропривода. Основное уравнение движения автоматизированного электропривода. Механические характеристики двигателей автоматизированного электропривода. Механические характеристики исполнительных механизмов автоматизированных электроприводов. Установившийся режим работы автоматизированного электропривода. Приведение моментов инерции и масс, моментов и сил в механической системе автоматизированного электропривода.	4
3	Энергетика автоматизированного электропривода	Энергетические характеристики автоматизированного электропривода с асинхронным двигателем и трансформатором (нерегулируемого электропривода). Энергетические характеристики автоматизированного электропривода с асинхронным двигателем и преобразователем частоты (регулируемого электропривода).	4
4	Асинхронный автоматизированный электропривод	Общие сведения об асинхронных двигателях. Статические характеристики асинхронных двигателей. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. Способы пуска асинхронных двигателей. Способы торможения асинхронных двигателей.	6
5	Синхронный автоматизированный электропривод	Основные типы синхронных двигателей. Основные характеристики синхронных двигателей. Способы пуска синхронных двигателей. Способы торможения синхронных двигателей. Синхронные двигатели с	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		постоянными магнитами. Вентильно-индукторные двигатели.	
6	Автоматизированные электроприводы стационарных установок горного производства	Автоматизированный электропривод конвейерных установок. Автоматизированный электропривод подъемных установок. Автоматизированный электропривод вагонопрокидывателей.	4
7	Автоматизированные электроприводы технологических машин горного производства	Автоматизированный электропривод карьерных экскаваторов механическая лопата. Автоматизированный электропривод карьерных экскаваторов драглайнов. Автоматизированный электропривод карьерных роторных экскаваторов. Автоматизированный электропривод карьерных самосвалов.	4
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	-	-
2	Раздел 2	Расчет приведенных сил и моментов, масс и моментов инерции электропривода с барабаном и редуктором. Расчет установившегося режима работы электропривода. Расчет скоростной и нагрузочной диаграммы электропривода.	8
3	Раздел 3	Расчет энергетических характеристик асинхронного электропривода с реостатным регулированием. Расчет энергетических характеристик асинхронного электропривода с параметрическим регулированием. Расчет энергетических характеристик асинхронного электропривода с частотным регулированием	8
4	Раздел 4	-	-
5	Раздел 5	-	-
6	Раздел 6	-	-
7	Раздел 7	-	-
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	-	-
2	Раздел 2	-	-
3	Раздел 3	-	-
4	Раздел 4	Исследование характеристик асинхронного автоматизированного электропривода с системой скалярного управления. Исследование характеристик асинхронного автоматизированного электропривода с системой векторного управления. Исследование характеристик асинхронного автоматизированного электропривода с системой прямого управления.	16
5	Раздел 5	Исследование характеристик электропривода с синхронным	16

		двигателем с электромагнитным возбуждением и тиристорных устройств плавного пуска. Исследование характеристик электропривода с синхронным двигателем с постоянными магнитными и двухзвенным преобразователем частоты. Исследование характеристик электропривода с вентильно-индукторным двигателем и многоинверторным преобразователем частоты.	
6	Раздел 6	-	-
7	Раздел 7	-	-
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1	Разработка электропривода подъемно-транспортного механизма

### 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.

**Курсовая работа** позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

**Курсовое проектирование** формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

### 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. Структура и состав автоматизированного электропривода**

1. Машины и установки горного производства с электроприводами
2. Структура автоматизированного электропривода.
3. Оборудование силовой части автоматизированного электропривода.
4. Оборудование управляющей части автоматизированного электропривода.
5. Способы описания автоматизированного электропривода.

## **Раздел 2. Механика автоматизированного электропривода**

1. Механическая система автоматизированного электропривода.
2. Математическое описание механической системы.
3. Анализ механической системы.
4. Учет особенностей реальной механической системы.
5. Расчет механической системы.

## **Раздел 3. Энергетика автоматизированного электропривода**

1. Энергетическая система автоматизированного электропривода.
2. Энергетические характеристики нерегулируемого электропривода.
3. Энергетические характеристики регулируемого электропривода.
4. Энергетические характеристики преобразователей частоты.
5. Совместимость электроприводов.

## **Раздел 4. Асинхронный автоматизированный электропривод**

1. Конструкции и принцип работы асинхронного двигателя.
2. Основные характеристики асинхронного двигателя.
3. Способы пуска асинхронных двигателей.
4. Способы регулирования асинхронных двигателей.
5. Способы торможения асинхронных двигателей.

## **Раздел 5. Синхронный автоматизированный электропривод**

1. Конструкции и принцип работы синхронного двигателя.
2. Основные характеристики синхронного двигателя.
3. Способы пуска синхронных двигателей.
4. Преобразователи частоты синхронных двигателей.
5. Резервирование преобразователей частоты синхронных двигателей.

## **Раздел 6. Автоматизированные электроприводы стационарных установок горного производства**

1. Какие электроприводы используются в мельницах.
2. Какие электроприводы используются в конвейерных установках.
3. Какие электроприводы используются в подъемных установках.
4. Какие электроприводы используются в прокатных станах.
5. Какие электроприводы используются в вентиляторах проветривания.

## **Раздел 7. Автоматизированные электроприводы технологических машин горного производства**

1. Какие электроприводы используются в карьерных самосвалах.
2. Какие электроприводы используются в карьерных экскаваторах.
3. Какие электроприводы используются в подъемных установках.
4. Какие электроприводы используются в стволопроходческих установках.
5. Какие электроприводы используются в проходческих установках.

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



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

1. Что такое автоматизированный электропривод?
2. В каких машинах и установках открытых горных работ используются автоматизированные электроприводы?
3. В каких машинах и установках подземных горных работ используются автоматизированные электроприводы?
4. В каких машинах и установках объектов переработки и обогащения горного сырья используются автоматизированные электроприводы?
5. Какую структуру имеет автоматизированный электропривод?
6. Из каких основных частей состоит автоматизированный электропривод?
7. Что входит в состав силовой части автоматизированного электропривода?
8. Что входит в состав управляющей части автоматизированного электропривода?
9. В чем заключается мехатронный принцип построения механической системы электропривода?
10. Какие элементы электропривода входят в состав механической системы?
11. Какие параметры и переменные электропривода обозначаются на кинематической схеме?
12. Какое уравнение описывает одномассовую механическую систему?
13. Какие допущения используются при составлении уравнения Лагранжа второго рода?
14. Как выглядит структурная схема математической модели одномассовой механической системы электропривода?
15. Как выглядят условия динамических режимов работы механической части электропривода?
16. Какую долю в энергопотреблении занимают электроприводы?
17. Какими способами могут строиться электроприводы?
18. Какими энергетическими проблемами характеризуются нерегулируемые электроприводы?
19. Какими энергетическими проблемами характеризуются регулируемые электроприводы?
20. К каким проблемам может приводить наличие преобразователя частоты?
21. Как выглядит энергетический канал нерегулируемого электропривода?
22. Как определяется коэффициент полезного действия асинхронного двигателя?
23. Какие существуют типы асинхронных двигателей и как они устроены?
24. В чем заключаются преимущества и недостатки асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором?
25. Какие статические характеристики имеет асинхронный двигатель?
26. Как выглядит схема замещения асинхронного двигателя?
27. Как выводится уравнение электромеханической характеристики асинхронного двигателя?
28. Как выводится уравнение механической характеристики асинхронного двигателя?
29. Как выглядит уравнение механической характеристики асинхронного двигателя в форме Клосса?
30. как подводится энергия на ротор контактного синхронного двигателя?
31. как подводится энергия на ротор бесконтактного синхронного двигателя?
32. какие двигатели относятся к контактным синхронным двигателям?
33. какие двигатели относятся к бесконтактным синхронным двигателям?
34. какие обмотки укладываются на статоре синхронного двигателя?
35. какие обмотки укладываются на роторе синхронного двигателя?
36. какое количество полюсов может иметь явнополюсный ротор?
37. какое количество полюсов может иметь неявнополюсный ротор?
38. какие системы возбуждения могут применяться в синхронных двигателях?
39. как классифицируются конвейерные установки?
40. что такое тяговая установка?

41. как устроена тяговая установка?
42. какие типы электроприводов используются в конвейерных установках?
43. какие схемы имеют электроприводы конвейерных установок?
44. какими особенностями характеризуются конвейерные установки?
45. какие требования предъявляются к электроприводу конвейерных установок?
46. как классифицируются подъемные установки?
47. что такое подъемная машина?
48. как устроена подъемная установка?

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

### Вариант 1

1.	Сколько базовых векторов должно быть в векторной системе управления?	1. 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4.
2.	Можно ли использовать вектор напряжения статора как базовый в векторной системе управления?	1. Да, но точность снизится. 2. Да, но быстродействие снизится. 3. Да, но система получится сложной. 4. Нет, нельзя.
3.	Можно ли использовать вектор тока ротора как базовый в векторной системе управления?	1. Да, но точность снизится. 2. Да, но быстродействие снизится. 3. Да, но система получится сложной. 4. Нет, нельзя.
4.	Можно ли использовать вектор потока в зазоре как базовый в векторной системе управления?	1. Да, но точность снизится. 2. Да, но быстродействие снизится. 3. Да, но система получится сложной. 4. Нет, нельзя.
5.	Можно ли использовать вектор потока статора как базовый в векторной системе управления?	1. Да, но точность снизится. 2. Да, но быстродействие снизится. 3. Да, но система получится сложной. 4. Нет, нельзя.
6.	Какие векторы являются базовыми в потокоориентированной векторной системе управления?	1. Ток статора и поток ротора. 2. Ток ротора и поток статора. 3. Поток статора и поток ротора. 4. Ток статора и ток ротора.
7.	В чем заключаются главные недостатки скалярных систем управления?	1. Отсутствует управление напряжением. 2. Отсутствует управление потоком. 3. Отсутствует управление частотой. 4. Отсутствует управление моментом.
8.	В чем заключаются главные недостатки скалярных систем управления?	1. Низкий пусковой момент. 2. Низкий КПД. 3. Низкий коэффициент мощности. 4. Низкий номинальный ток.
9.	В чем заключаются главные недостатки векторных систем управления?	1. Высокая гибкость. 2. Высокие габариты. 3. Высокая сложность. 4. Высокие требования.

10.	В чем заключаются главные недостатки векторных систем управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимо точно определять параметры.</li> <li>2. Необходимо точно определять переменные.</li> <li>3. Необходимо точно определять нагрузку.</li> <li>4. Необходимо точно определять возмущения.</li> </ol>
11.	В чем заключаются главные преимущества систем прямого управления моментом?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В высоком быстродействии.</li> <li>2. В высоком КПД.</li> <li>3. В высоком коэффициенте мощности.</li> <li>4. В высоком напряжении.</li> </ol>
12.	В чем заключаются главные преимущества систем прямого управления моментом?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В высоком энергосбережении.</li> <li>2. В высокой надежности.</li> <li>3. В высоких робастных свойствах.</li> <li>4. В высоких габаритах.</li> </ol>
13.	Какое магнитное поле должно возникнуть на роторе синхронного двигателя чтобы возник вращающий момент?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Переменное.</li> <li>2. Пульсирующее.</li> <li>3. Постоянное.</li> <li>4. Полигармоническое.</li> </ol>
14.	Какое число полюсов имеет неявнополюсный ротор синхронного двигателя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Одну пару.</li> <li>2. Две пары.</li> <li>3. Более трех пар.</li> <li>4. Два полюса.</li> </ol>
15.	Какой вид имеет механическая характеристика синхронного двигателя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жесткая.</li> <li>2. Абсолютно жесткая.</li> <li>3. Мягкая.</li> <li>4. Абсолютно мягкая.</li> </ol>
16.	Чем определяется ЭДС синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжение статора.</li> <li>2. Током возбуждения.</li> <li>3. Током статора.</li> <li>4. Напряжением возбуждения.</li> </ol>
17.	Можно ли регулировать жесткость механической характеристики синхронного двигателя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Можно.</li> <li>2. Нельзя.</li> <li>3. Она постоянна.</li> <li>4. Она постоянно изменяется.</li> </ol>
18.	Что такое угловая характеристика синхронного двигателя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависимость угла нагрузки и от момента.</li> <li>2. Зависимость частоты от угла нагрузки.</li> <li>2. Зависимость угла нагрузки от мощности.</li> <li>3. Зависимость ЭДС от угла нагрузки.</li> </ol>
19.	Что такое угол нагрузки синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Угол между потоком статора и ротора.</li> <li>2. Угол между током сети и потоком ротора.</li> <li>3. Угол между током сети и напряжением.</li> <li>4. Угол между напряжением статора и ЭДС.</li> </ol>
20.	Какой тип системы возбуждения синхронных двигателей строится на основе электрических машин?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Машинный.</li> <li>2. Динамический.</li> <li>3. Статический.</li> <li>4. Управляемый.</li> </ol>

1.	В чем разница между векторными системами управления с разными базовыми векторами?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Разные энергетические показатели.</li> <li>2. Разная надежность систем управления.</li> <li>3. Разная совместимость.</li> <li>4. Разная структура и сложность вычислительного алгоритма.</li> </ul>
2.	На основе каких векторов строится потокориентированная векторная система управления?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Потокосцепления статора и ротора.</li> <li>2. Тока ротора и потокосцепления статора.</li> <li>3. Тока статора и ротора.</li> <li>4. Тока статора и потокосцепления ротора.</li> </ul>
3.	Какое количество векторов могут быть использованы в векторной системе управления?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 2.</li> <li>2. 5.</li> <li>3. 10.</li> <li>4. 25.</li> </ul>
4.	Сколько уравнений используется для математического описания асинхронного двигателя в системе координат ( $\alpha$ - $\beta$ )?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 1.</li> <li>2. 4.</li> <li>3. 10.</li> <li>4. 12.</li> </ul>
5.	Сколько уравнений используется для математического описания асинхронного двигателя в системе координат (1-2)?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 1.</li> <li>2. 4.</li> <li>3. 10.</li> <li>4. 12.</li> </ul>
6.	Сколько законов управления лежат в основе векторной системе?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. 1.</li> <li>2. 2.</li> <li>3. 3.</li> <li>4. 4.</li> </ul>
7.	В чем заключается принцип векторного управления электродвигателем?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. В отдельном управлении амплитудами и фазами базовых векторов.</li> <li>2. Управлении углом между базовыми векторами.</li> <li>3. Управлении электромагнитными координатами.</li> <li>4. Управлении током и потоком приводного двигателя.</li> </ul>
8.	Когда асинхронный двигатель считается полностью управляемым?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. При управлении всеми электромагнитными координатами.</li> <li>2. При управлении частотой вращения и электромагнитным моментом.</li> <li>3. При управлении электродвигателем с помощью преобразователя частоты.</li> <li>4. При управлении потокосцеплением статора и ротора.</li> </ul>
9.	В чем заключаются главные преимущества систем прямого управления моментом?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. В высокой совместимости.</li> <li>2. В высокой надежности.</li> <li>3. В высоком КПД.</li> <li>4. В простой настройке.</li> </ul>
10.	В чем заключаются основные структурные признаки системы прямого управления?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. В наличии матричного регулятора.</li> <li>2. В наличии инвертора.</li> <li>3. В наличии регулятора скорости.</li> <li>4. В наличии дросселей.</li> </ul>

11.	В чем заключаются основные структурные признаки системы прямого управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В наличии релейного модулятора.</li> <li>2. В наличии стохастического модулятора.</li> <li>3. В наличии широтно-импульсной модуляции.</li> <li>4. В наличии амплитудно-импульсной модуляции.</li> </ol>
12.	В чем заключаются основные структурные признаки системы прямого управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В наличии непрерывных регуляторов.</li> <li>2. В наличии релейных регуляторов.</li> <li>3. В наличии вычислителя.</li> <li>4. В наличии системы управления.</li> </ol>
13.	В чем заключается принцип прямого управления моментом?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В формировании напряжения по состоянию двигателя.</li> <li>2. В регулировании по рассогласованию.</li> <li>3. В управлении положением векторов.</li> <li>4. В управлении токами.</li> </ol>
14.	Что определяет выбор вектора напряжения системы прямого управления ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состоянием наблюдателя.</li> <li>2. Состоянием инвертора.</li> <li>3. Состоянием системы управления.</li> <li>4. Состоянием приводного двигателя</li> </ol>
15.	Из каких основных элементов состоит статическая система возбуждения синхронных двигателей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпрямитель.</li> <li>2. Инвертор.</li> <li>3. Преобразователь.</li> <li>4. Двигатель.</li> </ol>
16.	Какой участок угловой характеристики соответствует неустойчивому генераторному режиму работы синхронного двигателя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. От 0 до -180.</li> <li>2. От 0 до 180.</li> <li>3. От 0 до -90.</li> <li>4. От 0 до 90.</li> </ol>
17.	Какой участок угловой характеристики соответствует устойчивому двигательному режиму работы синхронного двигателя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. От 0 до 90.</li> <li>2. От 0 до 180.</li> <li>3. От 0 до -90.</li> <li>4. От 0 до -180.</li> </ol>
18.	Для чего может использоваться угловая характеристика синхронного двигателя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для оценки запаса устойчивости.</li> <li>2. Для оценки качества работы.</li> <li>3. Для оценки управляемости.</li> <li>4. Для оценки границы неустойчивости.</li> </ol>
19.	Какая характеристика используется для анализа энергетических режимов работы синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механическая характеристика.</li> <li>2. Энергетическая характеристика.</li> <li>3. U – образная характеристика.</li> <li>4. X – образная характеристика.</li> </ol>
20.	В каком режиме синхронный двигатель с электромагнитным возбуждением работает с опережающим коэффициентом мощности?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В режиме перевозбуждения.</li> <li>2. В режиме недовозбуждения.</li> <li>3. В генераторном режиме.</li> <li>4. В двигательном режиме.</li> </ol>

Вариант 3

1.	Что такое потокообразующий ток?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проекция вектора тока на ось <math>\alpha</math>.</li> <li>2. Проекция вектора тока на ось <math>\beta</math>.</li> <li>3. Проекция вектора тока на ось 1.</li> <li>4. Проекция вектора тока на ось 2.</li> </ol>
----	---------------------------------	---

2.	Что такое моментобразующий ток?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проекция вектора тока на ось <math>\alpha</math>.</li> <li>2. Проекция вектора тока на ось <math>\beta</math>.</li> <li>3. Проекция вектора тока на ось 1.</li> <li>4. Проекция вектора тока на ось 2.</li> </ol>
3.	Как называются проекции вектора тока?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Момент- и потокообразующими.</li> <li>2. Управляющими.</li> <li>3. Координатно-определяющими.</li> <li>4. Механическими и электромагнитными.</li> </ol>
4.	По какому вектору ориентируется вращающаяся система координат (1-2)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тока статора.</li> <li>2. Потокосцепления ротора.</li> <li>3. Момент.</li> <li>4. Частоты вращения.</li> </ol>
5.	Какие типы датчиков НЕ используются в векторных системах управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Датчики тока.</li> <li>2. Датчики напряжения.</li> <li>3. Датчики частоты вращения.</li> <li>4. Датчики температуры.</li> </ol>
6.	Какой элемент электропривода реализует векторные законы управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпрямитель.</li> <li>2. Трансформатор.</li> <li>3. Инвертор.</li> <li>4. Двигатель.</li> </ol>
7.	Какой тип датчика входит в состав векторной системы управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Датчик температуры.</li> <li>2. Датчик момента.</li> <li>3. Датчик тока статора.</li> <li>4. Датчик тока ротора.</li> </ol>
8.	Вектора каких переменных являются базовыми для системы прямого управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тока статора и потока ротора.</li> <li>2. Тока статора и ротора.</li> <li>3. Поточка статора и ротора.</li> <li>4. Поточка статора и тока ротора.</li> </ol>
9.	Какую размерность может иметь таблица переключений матричного регулятора?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>2 \times 2</math>.</li> <li>2. <math>4 \times 4</math>.</li> <li>3. <math>6 \times 6</math>.</li> <li>4. <math>8 \times 8</math>.</li> </ol>
10.	Какую размерность может иметь таблица переключений матричного регулятора?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>4 \times 6</math>.</li> <li>2. <math>6 \times 4</math>.</li> <li>3. <math>8 \times 6</math>.</li> <li>4. <math>6 \times 8</math>.</li> </ol>
11.	Что определяет количество строк таблицы переключений матричного регулятора системы прямого управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количество регуляторов.</li> <li>2. Типы регуляторов момента и потока.</li> <li>3. Тип регулятора частоты.</li> <li>4. Количество каналов.</li> </ol>
12.	Что определяет количество столбцов таблицы переключений матричного регулятора?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количество регуляторов.</li> <li>2. Количество векторов.</li> <li>3. Количество каналов.</li> <li>4. Количество секторов.</li> </ol>
13.	Сколько столбцов в таблице переключений, если фазовая плоскость разбита на шесть секторов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1.</li> <li>2. 4.</li> <li>3. 6.</li> <li>4. 12.</li> </ol>
14.	Сколько столбцов в таблице переключений, если фазовая плоскость разбита на двенадцать секторов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1.</li> <li>2. 4.</li> <li>3. 6.</li> <li>4. 12.</li> </ol>

15.	Сколько строк в таблице переключений, если в каналах системы прямого управления используются двухпозиционные регуляторы?	1. 1. 2. 2. 3. 4. 4. 6.
16.	Чем характеризуется режим недовозбуждения синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением?	1. Опережающим коэффициентом мощности 2. Отстающим коэффициентом мощности. 3. Единичным коэффициентом мощности. 4. Нулевым коэффициентом мощности.
17.	Может ли синхронный двигатель с электромагнитным возбуждением работает одновременно потреблять активную и генерировать реактивную мощность?	1. Может в режиме недовозбуждения. 2. Может в режиме перегрузки. 3. Может в режиме перевозбуждения. 4. Это невозможно.
18.	За счет чего регулируется коэффициент мощности синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением?	1. За счет тока статора. 2. За счет системы управления. 3. За счет тока преобразователя частоты 4. За счет тока ротора.
19.	Как зависит момент синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением от напряжения сети?	1. Не зависит. 2. Зависит в первой степени. 3. Зависит во второй степени. 4. Зависит случайно.
20.	Можно ли регулировать скорость синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением изменяя амплитуду напряжения обмотки статора?	1. Да. 2. Нет. 3. Только в узком диапазоне. 4. Только с низкой точностью.

### 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 «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных 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 объеме 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

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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:***

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

**6.3.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта**

Студент выполняет курсовую работу / курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика. <b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Васильев Б.Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Том 1. Основы электропривода и преобразовательной техники. . – СПб: Лань, 2022. – 378 с.



2. Васильев Б.Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Том 2. Современный промышленный электропривод. – СПб: Лань, 2022. – 398 с.
3. Белов М.П., Новиков А.Д., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. Учебник для высших учебных заведений. – М.: Академия, 2007. – 576 с
4. Онищенко Г.Б., Аксенов М.И. и др. Автоматизированный электропривод промышленных установок: РАСНХ, 2001. – 520 с.
5. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов. М: «Энергия», 1980 - 360 с.
6. Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников. М.: Недра, 1987.

### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов: Учебник для вузов. – М.: Академия, 2005. – 304 с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. Учебник для вузов. – М.: Академия, 2006. – 272 с.
3. Белов М.П., Зементов О.И., Козярук А.Е. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации. Учебное пособие – М.: Академия, 2006. – 368 с.
4. Драчев Г.И. Теория электропривода Учебное пособие по типовым расчетам. Челябинск: ЮУрГУ, 2002. – 85 с.
5. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. Учебное пособие для вузов. – М: МЭИ, 2003. – 224 с.
6. Онищенко Г.Б. Электрический привод. Учебник для вузов. – М.: РАСХН, 2003. – 320 с
7. Ильинский Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: Учебное пособие. – М.: Академия, 2008. – 208 с.
8. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: Учебное пособие. – М.: Академия, 2004. – 256 с.
9. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты Екатеринбург: УРО РАН, 2000 г. , 654 стр
10. Симаков Г.М. Системы управления электроприводами. Учебное пособие по курсовому проектированию. Новосибирск. НГТУ, 2006. – 120с.
11. Бурулько Л.К., Боровиков Ю.С. Специальные электроприводы переменного тока: учебное пособие. – Томск : Изд-во ТПУ, 2007. – 145 с.
12. Фираго Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока. – Мн.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.
13. Р.Т. Шрейнер и др. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления. Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2008. – 361 с.
14. Козярук А.Е., Рудаков В.В. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов. – СПб. СПЭК. 2004.
15. Герман-Галкин С.Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб. : КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.
16. Козярук А.Е., Рудаков В.В. Прямое управление моментом в электроприводе переменного тока машин и механизмов горного производства. Учебное пособие. Санкт-Петербургский горный институт. СПб, 2008 – 99 с.
17. Ковчин С.А, Сабинин Ю.А. Теория электропривода. СПб: «Энергоатомиздат», 2000 – 496 с.
18. Ключев В.И. Теория электропривода. – Учебник для вузов. – М. : Энергоатомиздат, 1984.
19. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода. – С.-Петербург: Энергоатомиздат, 1994. – 496 с.

20. Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для студентов вузов. – Л. : Энергия, 1978. – 832 с.

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

Б. Ю. Васильев Имитационное моделирование автоматизированных электроприводов. Системы управления. Учебное пособие: часть 2. Санкт-Петербург. 2018 – 42 с.

Б. Ю. Васильев Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Расчет и моделирование асинхронного электропривода со скалярной системой управления скиповой подъемной установки. Учебное пособие. Санкт-Петербург. 2017 – 58 с.

Б. Ю. Васильев Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Расчет и моделирование асинхронного электропривода с векторной системой управления карьерной водоотливной установки. Учебное пособие. Санкт-Петербург. 2018 – 62 с.

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

### **1. Поисковые системы:**

- [www.google.ru](http://www.google.ru)
- [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru)
- [www.mail.ru](http://www.mail.ru)
- [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru)
- [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)

### **2. Библиотеки:**

- электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки
- электронная библиотека Санкт-Петербургского горного университета
- европейская цифровая библиотека: [www.europeana.eu](http://www.europeana.eu)
- мировая цифровая библиотека: [www.wdl.org](http://www.wdl.org)
- электронно-библиотечная система: [www.sciteclibrary.ru](http://www.sciteclibrary.ru)

### **3. Базы данных:**

- база данных РИНЦ: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
- база данных Scopus: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
- база данных Science Direct: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- база данных Web of Science: [www.publons.com](http://www.publons.com)
- база данных IEEE: [www.ieeexplore.ieee.org](http://www.ieeexplore.ieee.org)
- база данных Google Scholar: [www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com)

### **4. Издательства:**

- издательство «Лань»: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
- издательство «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
- издательство «Ру-конт»: [www.rucont.ru](http://www.rucont.ru)
- издательство «Springer»: [www.springer.com](http://www.springer.com)

### **5. Препринты:**

- архив электронных публикаций научных статей и препринтов: [arxiv.org](http://arxiv.org)
- поисковая машина по научным публикациям и препринтам: [citeseerx.ist.psu.edu](http://citeseerx.ist.psu.edu)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Аудитория № 3803 учебного центра № 2

Аудитории предназначена для проведения лекционных занятий и оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитория № 3805 учебного центра № 2

Аудитории предназначена для проведения лекционных занятий и оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

**Аудитории для проведения практических занятий.**

Аудитория предназначена для выполнения компьютерных лабораторных по исследованию характеристик преобразователей частоты и двигателей переменного тока автоматизированных электроприводов

Аудитория оснащена следующим оборудованием:

- моноблоки Lenovo M93Z Intel Q87 (17 шт.);
- операционная система Microsoft Windows XP Professional;
- пакет офисных программ Microsoft Office 2007 Standard Microsoft;
- пакет прикладных программ MatLab 2015;
- антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.

**8.2. Помещения для самостоятельной работы :**

**8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

**8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

Лицензионное программное обеспечение:

- операционная система Microsoft Windows XP Professional;
- пакет офисных программ Microsoft Office 2007 Standard Microsoft;
- пакет прикладных программ MatLab 2015;
- антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.