

**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**  
доцент И.И. Растворова

---

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ***  
***СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	11.04.04 Электроника и наноэлектроника
<b>Направленность (профиль):</b>	Промышленная электроника
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент кафедры ЭиЭМ Васильев Богдан Юрьевич

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Современные принципы построения систем управления» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 959 от 22.09.2017 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника» направленность (профиль) «Промышленная электроника».

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

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 30 января 2023 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой ЭиЭМ \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Бабурин С.В.

1.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

*Цель* – изучение магистрантами типовых систем автоматического управления электроприводами современных производственных механизмов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные принципы построения систем управления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и наноэлектроника» и изучается в II семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Современные принципы построения систем управления» являются «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники», «Проблемы электромагнитной и электромеханической совместимости в электротехнических комплексах», «Современные проблемы электротехники».

Дисциплина «Современные принципы построения систем управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Устройства преобразовательной техники», «Процессы микро- и наноэлектроники».

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

Процесс изучения дисциплины «Современные принципы построения систем управления» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Готов определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	ПКС-5	ПКС-5.1. Знает схемы и устройства электроники различного функционального назначения ПКС-5.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ ПКС-5.3. Владеет навыками разработки устройств силовой электроники

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётных единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		1
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
Лекции (Л)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Подготовка к лекциям	4	4

Подготовка к практическим занятиям / семинарам	24	24
Расчетно-графическая работа (РГР)	6	6
Подготовка к зачету / дифф. зачету	6	6
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

{Указать виды занятий, которые предусмотрены учебным планом}

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия 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 «Системы скалярного управления автоматизированных асинхронных электроприводов»	36	4	-	12	20
Раздел 2 «Системы векторного управления автоматизированных асинхронных электроприводов»	36	4	-	12	20
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>40</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Системы скалярного управления автоматизированных асинхронных электроприводов	Общие положения теории обобщенной электрической машины. Обобщенные векторы и их преобразования. Математическое описание асинхронного двигателя. Синтез законов управления системы векторного управления. Математическая и структурная реализация системы векторного управления. Настройка регуляторов системы векторного управления асинхронным двигателем. Обратная связь системы векторного управления асинхронным двигателем. Формирователь напряжений системы векторного управления асинхронным двигателем. Структурная схема электропривода с асинхронным двигателем и системой векторного управления. Модификация системы векторного управления. Оптимизация системы векторного управления.	4
2	Системы векторного	Режимы работы основных элементов электропривода. Математическое описание	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	управления автоматизированных асинхронных электроприводов	асинхронного двигателя для синтеза системы прямого управления. Синтез законов управления системы прямого управления. Комплекс правил управления системы прямого управления. Структурная схема электропривода с асинхронным двигателем и системой прямого управления. Блок регуляторов системы прямого управления. Ядро системы прямого управления. Обратная связь системы прямого управления. Оптимизация системы прямого управления. Модификация системы прямого управления	
<b>Итого:</b>			<b>8</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Исследование характеристик асинхронного автоматизированного электропривода с системой скалярного управления	12
2	Раздел 2	Исследование характеристик асинхронного автоматизированного электропривода с системой векторного управления	12
<b>Итого:</b>			<b>24</b>

### 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.

**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 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. Системы скалярного управления автоматизированных асинхронных электроприводов**

1. Предпосылки создания системы скалярного управления.
2. Синтез закона управления системы скалярного управления.
3. Схема электропривода с системой скалярного управления.
4. Оптимизация системы скалярного управления.
5. Модификация системы скалярного управления.

#### **Раздел 2. Системы векторного управления автоматизированных асинхронных электроприводов**

1. Предпосылки создания системы векторного управления.
2. Синтез закона управления системы векторного управления.
3. Схема электропривода с системой векторного управления.
4. Оптимизация системы векторного управления.
5. Модификация системы векторного управления.

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

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету (по дисциплине):**

1. Сколько базовых векторов должно быть в векторной системе управления?
2. Можно ли использовать вектор напряжения статора как базовый?
3. Можно ли использовать вектор тока ротора как базовый?
4. Можно ли использовать вектор потока в зазоре как базовый?
5. Можно ли использовать вектор потока статора как базовый?
6. Какие векторы являются базовыми в потокоориентированной системе управления?
7. Сколько законов управления лежат в основе векторной системе?
8. В чем заключается принцип векторного управления электродвигателем?
9. Когда асинхронный двигатель считается полностью управляемым?
10. Что такое потокообразующий ток?
11. Что такое моментобразующий ток?
12. Как называются проекции вектора тока?
13. По какому вектору ориентируется вращающаяся система координат (1-2)?
14. Какие типы датчиков НЕ используются в векторных системах управления?
15. Какой элемент электропривода реализует векторные законы управления?
16. Какой тип датчика входит в состав векторной системы управления?
17. Какой тип датчика входит в состав векторной системы управления?
18. Что такое прямой фазовый преобразователь?
19. Что такое обратный фазовый преобразователь?
20. Что такое прямой тригонометрический преобразователь?
21. Что такое обратный тригонометрический преобразователь?
22. Сколько обратных связей используется в векторной системе управления?
23. Сколько настраиваемых параметров в векторной системе управления?
24. Сколько регуляторов в векторной системе управления?
25. Какие требования предъявляют к современным электроприводам?
26. Какими недостатками обладают параметрические способы регулирования?
27. Какие задачи решаются при синтезе системы управления асинхронным двигателем?

28. Какая схема замещения используется для синтеза закона скалярного управления асинхронным двигателем?
29. Какие допущения используются при синтезе закона скалярного управления?
30. Какая математическая модель асинхронного двигателя используется для синтеза закона скалярного управления асинхронным двигателем?
31. Как выполняется вывод закона скалярного управления?
32. Как происходит регулирование переменных асинхронного двигателя при использовании в электроприводе закона скалярного управления?
33. Какие термины являются синонимами термину «скалярное управление»?
34. Как выглядит оптимальный закон скалярного управления?
35. С помощью чего реализуется закон скалярного управления?
36. Что такое преобразователь частоты и из каких элементов он состоит?
37. Что такое алгоритмическое обеспечение и из чего оно состоит?
38. Какие характеристики используются для описания и анализа электропривода с законом скалярного управления?
39. Что такое вольт-герцевая характеристика и какой вид она имеет?
40. Какой вид имеет зависимость отношения амплитуда/частота от частоты?
41. Какой алгоритм используется для реализации скалярного закона управления?
42. Как выглядит структурная схема алгоритма скалярного закона управления?
43. Зачем на вольт-герцевой характеристике выделяются различные области?
44. Какие модификации используются в скалярных алгоритмах управления?
45. Можно ли осуществлять разгон асинхронного двигателя со скалярным управлением выше номинальной частоты вращения и какие проблемы при этом возникают?
46. Как должен работать алгоритм скалярного управления в области высоких частот вольт-герцевой характеристики?
47. Какой алгоритм называют алгоритмом «ослабления поля»?
48. Как выглядят характеристики электропривода с алгоритмом ослабления поля?
49. Как реализуется алгоритм ослабления поля?
50. Какие проблемы возникают при работе асинхронного двигателя в области низких частот?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к 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?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Да, но точность снизится.</li> <li>2. Да, но быстродействие снизится.</li> <li>3. Да, но система получится сложной.</li> <li>4. Нет, нельзя.</li> </ol>
6.	Какие векторы являются базовыми в потокоориентированной векторной системе управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ток статора и поток ротора.</li> <li>2. Ток ротора и поток статора.</li> <li>3. Поток статора и поток ротора.</li> <li>4. Ток статора и ток ротора.</li> </ol>
7.	В чем разница между векторными системами управления с разными базовыми векторами?	<ol 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> </ol>
8.	На основе каких векторов строится потокоориентированная векторная система управления?	<ol 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> </ol>
9.	Какое количество векторов могут быть использованы в векторной системе управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2.</li> <li>2. 5.</li> <li>3. 10.</li> <li>4. 25.</li> </ol>
10.	Сколько уравнений используется для математического описания асинхронного двигателя в системе координат ( $\alpha$ - $\beta$ )?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1.</li> <li>2. 4.</li> <li>3. 10.</li> <li>4. 12.</li> </ol>
11.	В чем заключаются главные недостатки скалярных систем управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствует управление напряжением.</li> <li>2. Отсутствует управление потоком.</li> <li>3. Отсутствует управление частотой.</li> <li>4. Отсутствует управление моментом.</li> </ol>
12.	В чем заключаются главные недостатки скалярных систем управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкий пусковой момент.</li> <li>2. Низкий КПД.</li> <li>3. Низкий коэффициент мощности.</li> <li>4. Низкий номинальный ток.</li> </ol>
13.	В чем заключаются главные недостатки векторных систем управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая гибкость.</li> <li>2. Высокие габариты.</li> <li>3. Высокая сложность.</li> <li>4. Высокие требования.</li> </ol>
14.	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>
15.	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>
16.	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>



17.	В чем заключаются главные преимущества систем прямого управления моментом?	1. В высокой совместимости. 2. В высокой надежности. 3. В высоком КПД. 4. В простой настройки.
18.	В чем заключаются основные структурные признаки системы прямого управления?	1. В наличии матричного регулятора. 2. В наличии инвертора. 3. В наличии регулятора скорости. 4. В наличии дросселей.
19.	В чем заключаются основные структурные признаки системы прямого управления?	1. В наличии релейного модулятора. 2. В наличии стохастического модулятора. 3. В наличии широтно-импульсной модуляции. 4. В наличии амплитудно-импульсной модуляции.
20.	В чем заключаются основные структурные признаки системы прямого управления?	1. В наличии непрерывных регуляторов. 2. В наличии релейных регуляторов. 3. В наличии вычислителя. 4. В наличии системы управления.

#### Вариант № 2

1.	Сколько уравнений используется для математического описания асинхронного двигателя в системе координат (1-2)?	1. 1. 2. 4. 3. 10. 4. 12.
2.	Сколько законов управления лежат в основе векторной системе?	1. 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4.
3.	В чем заключается принцип векторного управления электродвигателем?	1. В раздельном управлении амплитудами и фазами базовых векторов. 2. Управлении углом между базовыми векторами. 3. Управлении электромагнитными координатами. 4. Управлении током и потоком приводного двигателя.
4.	Когда асинхронный двигатель считается полностью управляемым?	1. При управлении всеми электромагнитными координатами. 2. При управлении частотой вращения и электромагнитным моментом. 3. При управлении электродвигателем с помощью преобразователя частоты. 4. При управлении потокосцеплением статора и ротора.
5.	Что такое потокообразующий ток?	1. Проекция вектора тока на ось $\alpha$ . 2. Проекция вектора тока на ось $\beta$ . 3. Проекция вектора тока на ось 1. 4. Проекция вектора тока на ось 2.

6.	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>
7.	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>
8.	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. Моента.</li> <li>4. Частоты вращения.</li> </ol>
9.	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>
10.	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>
11.	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>
12.	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>
13.	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. Потoka статора и ротора.</li> <li>4. Потoka статора и тока ротора.</li> </ol>
14.	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>
15.	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>
16.	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>
17.	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>

18.	Сколько столбцов в таблице переключений, если фазовая плоскость разбита на шесть секторов?	1. 1. 2. 4. 3. 6. 4. 12
19.	Сколько столбцов в таблице переключений, если фазовая плоскость разбита на двенадцать секторов?	1. 1. 2. 4. 3. 6. 4. 12.
20.	Сколько строк в таблице переключений, если в каналах системы прямого управления используются двухпозиционные регуляторы?	1. 1. 2. 2. 3. 4. 4. 6.

### Вариант № 3

	Какой тип датчика входит в состав векторной системы управления?	1. Датчик температуры. 2. Датчик момента. 3. Датчик тока статора. 4. Датчик тока ротора.
2.	Какой тип датчика входит в состав векторной системы управления?	1. Датчик температуры. 2. Датчик напряжения статора. 3. Датчик тока ротора. 4. Датчик потока ротора.
3.	Что такое прямой фазовый преобразователь?	1. $(1-2) \rightarrow (\alpha-\beta)$ . 2. $(\alpha-\beta) \rightarrow (1-2)$ . 3. $(\alpha-\beta) \rightarrow (ABC)$ . 4. $(ABC) \rightarrow (\alpha-\beta)$ .
4.	Что такое обратный фазовый преобразователь?	1. $(1-2) \rightarrow (\alpha-\beta)$ . 2. $(\alpha-\beta) \rightarrow (1-2)$ . 3. $(\alpha-\beta) \rightarrow (ABC)$ . 4. $(ABC) \rightarrow (\alpha-\beta)$ .
5.	Что такое прямой тригонометрический преобразователь?	1. $(1-2) \rightarrow (\alpha-\beta)$ . 2. $(\alpha-\beta) \rightarrow (1-2)$ . 3. $(\alpha-\beta) \rightarrow (ABC)$ . 4. $(ABC) \rightarrow (\alpha-\beta)$ .
6.	Что такое обратный тригонометрический преобразователь?	1. $(1-2) \rightarrow (\alpha-\beta)$ . 2. $(\alpha-\beta) \rightarrow (1-2)$ . 3. $(\alpha-\beta) \rightarrow (ABC)$ . 4. $(ABC) \rightarrow (\alpha-\beta)$ .
7.	Сколько обратных связей используется в векторной системе управления?	1. 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4.
8.	Сколько настраиваемых параметров в векторной системе управления?	1. 2. 2. 4. 3. 6. 4. 8.
9.	Сколько регуляторов в векторной системе управления?	1. Один. 2. Четыре. 3. Два. 4. Три.

10.	Сколько каналов регулирования в системе прямого управления?	1. 1. 2. 2. 3. 4 4. 6.
11.	Сколько контуров регулирования в системе прямого управления?	1. 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4.
12.	Чему равно общее число регуляторов в системе прямого управления?	1. 1. 2. 3. 3. 4. 4. 6.
13.	Сколько непрерывных регуляторов в системе прямого управления?	1. 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4.
14.	Сколько релейных регуляторов в системе прямого управления?	1. 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4.
15.	Какой элемент формирует задание на потокосцепление в системе прямого управления?	1. Задатчик потока. 2. Задатчик частоты. 3. Регулятор потока. 4. Регулятор частоты.
16.	Какой элемент формирует задание на момент в системе прямого управления?	1. Задатчик потока. 2. Задатчик частоты. 3. Регулятор потока. 4. Регулятор частоты.
17.	Какой элемент формирует задание на частоту вращения в системе прямого управления?	1. Задатчик потока. 2. Задатчик частоты. 3. Регулятор потока. 4. Регулятор частоты.
18.	Как осуществляется регулирование частоты вращения в системе прямого управления?	1. Прямое регулирование. 2. Разомкнутое регулирование. 3. Регулирование по рассогласованию. 4. Регулирование по напряжению
19.	Сколько строк в таблице переключений, если в каналах системы прямого управления используются трехпозиционные регуляторы?	1. 2. 2. 3. 3. 6. 4. 9.
20.	Какой контур регулирования в системе прямого управления является внутренним?	1. Контур тока. 2. Контур момента. 3. Контур частоты вращения. 4. Контур напряжения.

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

#### 6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 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 «Рус-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.

## **8.4. 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.