

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
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль):	Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Ковальчук М.С.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Проектирование систем электропривода» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электропривод и автоматика».

Составитель _____ к.т.н., доц. Ковальчук М.С.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроэнергетики и электромеханики 22.01.2021 г., протокол № 12/01.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. Шпенст В.А

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- обучение студентов принципам создания и работы с технической документацией, а также анализу и обоснованию технических решений при проектировании систем электроприводов.

Основные задачи дисциплины:

- овладение методами анализа и составления рабочей документации при проектировании систем электропривода;
- овладение методами анализа, сравнения и обоснования технических решений при проектировании систем электроприводов;
- овладение навыками подготовки разделов проектной документации на различных стадиях проектирования систем автоматизированного электропривода.
- изучение типовых технических решений, принципов и методов построения систем автоматизированного электропривода;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Проектирование систем электропривода» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» и изучается в 7 и 8 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Проектирование систем электропривода» являются «Электрические машины», «Электрический привод», «Силовая электроника».

Дисциплина «Проектирование систем электропривода» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Системы управления электроприводов», «Теория электропривода».

Особенностью дисциплины является то, что она обобщает знания, полученные студентами направления подготовки «Электропривод и автоматика» и является основой для написания выпускной квалификационной работы.

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

Процесс изучения дисциплины «Проектирование систем электропривода» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании систем автоматизированного электропривода	ПКС-1	ПКС-1.1. Умеет выполнять анализ технического задания, сбор и анализ данных для проектирования систем автоматизированного электропривода. ПКС-1.2. Умеет обосновывать выбор оптимальных технических решений на различных стадиях проекта систем автоматизированного электропривода. ПКС-1.3. Владеет навыками подготовки разделов

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		<p>проектной документации на различных стадиях проектирования систем автоматизированного электропривода.</p> <p>ПКС-1.4. Знает типовые технические решения при проектировании систем автоматизированного электропривода.</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		7	8
Аудиторная работа, в том числе:			
Лекции (Л)	39	17	22
Практические занятия (ПЗ)	44	-	44
Лабораторные работы (ЛР)	34	34	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	27	21	6
Подготовка к лекциям	8	8	
Подготовка к лабораторным работам	13	13	
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	6		6
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), зачет (З)	36	Э(36)	3
Общая трудоёмкость дисциплины			
ак. час.	180	108	72
зач. ед.	5	3	2

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 «Техническая и конструкторская документация»	36	8	-	17	10

Раздел 2. «Проектирование систем электропривода для различных технологических установок»	36	9	-	17	11
Раздел 3 «Проектирование систем электропривода с преобразователями частоты»	72	22	44	-	6
Итого:	144	39	44	34	27

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Техническая и конструкторская документация	Содержание и правила оформления конструкторской документации для систем электропривода. Особенности выбора силового электрооборудования. Расчет силовой части систем электропривода.	8
2	Проектирование систем электропривода для различных технологических установок	Проектирование систем электропривода для: - оборудования, предназначенного для химической и физической переработки вещества; - горнодобывающего и нефтегазового оборудования; - подъемно-транспортного и транспортного оборудования.	9
3	Проектирование систем электропривода с преобразователями частоты	Выбор преобразователя частоты. Выбор системы управления электроприводом. Критерии настройки систем управления электроприводом. Системы частотно-регулируемого электропривода со скалярным, векторным и DTC управлением. Разработка функциональной схемы электропривода. Выбор и задание параметров при проектировании систем электропривода с ПЧ. Построение принципиальной схемы и выбор защитно-коммутационной аппаратуры.	22
Итого:			39

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 3	Механический расчет и выбор системы электропривода	5
2		Выбор электродвигателей и силовых полупроводниковых преобразователей.	5
3		Особенности выбора силовых преобразователей для высоковольтных электроприводов.	5
4		Выбор тормозных сопротивлений и модулей рекуперации.	6
5		Выбор схемы электроснабжения и защитно-коммутационной аппаратуры	6
6		Выбор контрольно-измерительной аппаратуры для регулируемых электроприводов	6
7		Расчёт систем электропривода на основе асинхронных электродвигателей.	6
8		Расчёт систем электропривода на основе синхронных электродвигателей.	5

Итого:	44
---------------	-----------

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Техническое регулирование в области проектирования силового электрооборудования	5
		Разработка технического задания на проектирование	6
		Выбор электродвигателей и силовых полупроводниковых преобразователей.	6
2	Раздел 2	Исследование переходных процессов в электроприводе переменного тока по системе ПЧ-АД со скалярным алгоритмом управления в механизмах с вентиляторной нагрузкой	5
		Исследование переходных процессов в электроприводе переменного тока по системе ПЧ-АД с векторным алгоритмом управления в подъемно-транспортном и транспортном оборудовании	6
		Исследование переходных процессов в электроприводе переменного тока по системе ПЧ-СД в дробильно-сортировочном комплексе	6
Итого:			34

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 экзамена 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. Техническая и конструкторская документация.

1. Как называют документ, принятый международным договором РФ, который устанавливает, обязательные для выполнения и исполнения требования к объекту технического регулирования?
2. Кто разрабатывает техническое задание?
3. Как называется схема, разъясняющая определённые процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия?
4. Что обозначает аббревиатура ISO?
5. К каким видам изделий относится система электропривода?

Раздел 2. Проектирование систем электропривода для различных технологических установок.

1. Какими буквами обозначается степень защиты двигателя от пыли и влаги?
2. Зоны какого класса взрывоопасности расположены в помещениях где выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что могут создавать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы?
3. Какой закон управления обычно используют при регулировании скорости центробежных машин с асинхронным приводом?
4. Какой диапазон регулирования обычно применяется в механизмах с вентиляторной нагрузкой?
5. Какая система управления обычно применяется в системах управления подъемно-транспортным управлением?

Раздел 3. Проектирование систем электропривода с преобразователями частоты.

1. Какое дополнительное устройство необходимо для реализации режима динамического торможения в преобразователе частоты?
2. Для чего в электроприводе используют инкрементальные энкодеры?
3. В чём преимущество векторных алгоритмов управления электроприводов переменного тока перед скалярными?
4. В чём преимущество систем прямого управления моментом (DTC) по сравнению с векторным?
5. Использование коммутационной аппаратуры в принципиальных схемах управления электроприводами.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. В электроприводах подъемных механизмов для обеспечения удержания груза на нулевой скорости рекомендуется использовать...
2. Зачем рассчитывается мощность технологической установки?
3. Подбор мощности ПЧ производится по...
4. Кто разрабатывает техническое задание?
5. В качестве чего используются энкодеры?
6. Какая литера присваивается документам, разработанным на стадии «техническое предложение»?

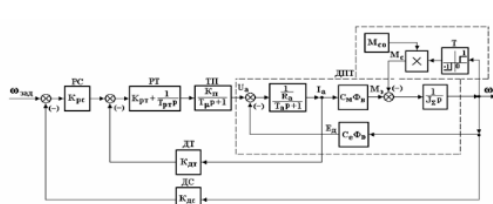
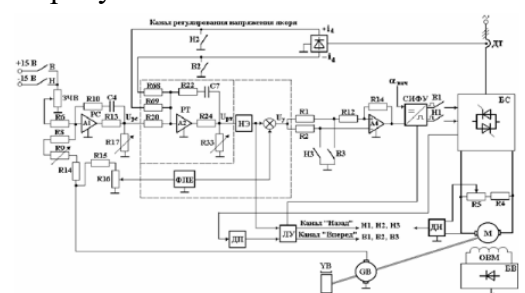
7. На какой стадии проектирования обычно разрабатываются сборочные чертежи?
8. Какую функцию выполняют датчики-преобразователи, входящие в состав электропривода?
9. На отрицательный вход сумматора структурной схемы механической части электропривода поступает ...
10. Для чего используется активный выпрямитель в электроприводе?
11. Для чего используется активный фильтр в электроприводе?
12. Как называется схема, разъясняющая определённые процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия?
13. Как называется схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия?
14. Как называется схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи (без указания конкретной реализации функциональных частей)?
15. Какой элемент принципиальной схемы обозначается буквами VD?
16. Какой элемент принципиальной схемы обозначается буквами VT?
17. Какие способы торможения реализуются в электроприводе с ПЧ?
18. В каком случае рекомендуется режим остановки на выбеге?
19. Какому режиму работы соответствует режим S2?
20. Что такое «сухой» контакт?
21. При частотном управлении электроприводом при увеличении частоты питающего напряжения что происходит со скоростью?
22. Как называется режим торможения, используемый в частотно-регулируемых электроприводах, при котором параллельно входу автономного инвертора напряжения подключается резистор?
23. Для чего нужны блокировочные связи в схемах управления электроприводом?
24. Для чего предназначена нулевая защита в схемах управления электроприводами?
25. Что используется в схемах управления электроприводами для защиты от работы на двух фазах?
26. Автоматический выключатель с тепловым расцепителем защищает от...
27. Какой закон управления обычно используют при регулировании скорости центробежных машин с асинхронным приводом?
28. Автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем защищает от...
29. В чём преимущество векторных алгоритмов управления электроприводов переменного тока перед скалярными?
30. Какие устройства входят в состав функциональной схемы электропривода?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Как называют документ, принятый международным договором РФ, который устанавливает, обязательные для выполнения и исполнения требования к объекту технического регулирования?	1. Технический регламент 2. Государственный стандарт 3. Международный стандарт 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	Какая схема обозначается литерами ЭЗ?	1. Схема электрическая структурная 2. Схема электрическая функциональная 3. Схема электрическая принципиальная 4. Таблица технико-экономических показателей
7	На какой стадии проектирования обычно разрабатываются сборочные чертежи?	1. Техническое предложение 2. Эскизный проект 3. Технический проект 4. Рабочий проект
8	Какими литерами обозначается схема электрическая монтажная?	1. Э1 2. Э2 3. Э3 4. Э4
9	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?	1. Унификация 2. Типизация 3. Агрегирование 4. Стандартизация
10	Как расшифровывается аббревиатура ПУЭ?	1. Правила утилизации электроэнергии 2. Правила управления электроустановками 3. Правила устройства электроустановок 4. Правила увеличения энергоэффективности
11	Что обозначает аббревиатура ISO?	1. Международная организация по стандартизации 2. Институт инженеров по электротехнике и электронике 3. Государственный комитет по стандартизации РФ 4. Европейский комитет по стандартизации
12	Как называется схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи (без указания конкретной реализации функциональных частей)?	1. Структурная 2. Функциональная 3. Принципиальная 4. Монтажная
13	Как называется схема, разъясняющая опре-	1. Структурная

	делённые процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия?	2. Функциональная 3. Принципиальная 4. Монтажная
14	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
15	Какая схема электропривода представлена на рисунке? 	1. Структурная 2. Функциональная 3. Принципиальная 4. Монтажная
16	Какая схема электропривода представлена на рисунке? 	1. Структурная 2. Функциональная 3. Принципиальная 4. Монтажная
17	Какой элемент принципиальной схемы обозначается буквами VT?	1. Транзистор 2. Тиристор 3. Диод 4. Трансформатор
18	Какой элемент принципиальной схемы обозначается буквами VD?	1. Транзистор 2. Тиристор 3. Диод 4. Трансформатор
19	Как обозначается государственный стандарт РФ?	1. ГОСТ Р 2. ГОСТ 3. ГОСТ РФ 4. ГСРФ
20	К каким видам изделий относится система электропривода?	1. Деталь 2. Сборочная единица 3. Комплекс 4. Комплект

Вариант №2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1	Какое оборудование не относится к классу «нагнетателей»?	1. Вентиляторы 2. Дробилки 3. Компрессоры 4. Насосы
2	Что называется рабочими точками при ра-	1. Точки пересечения характеристики

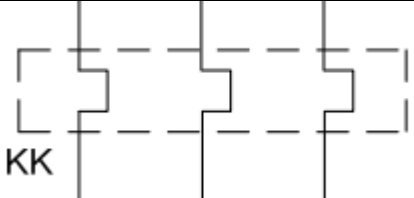
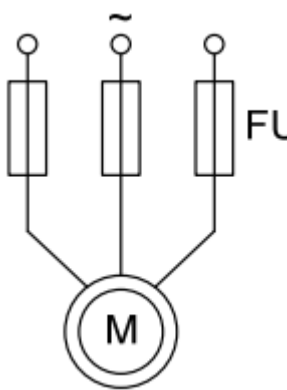
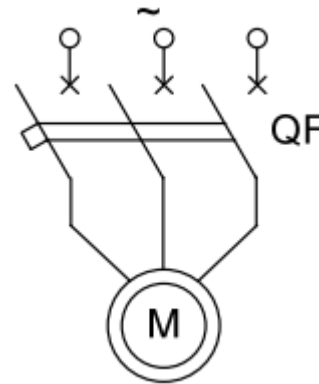
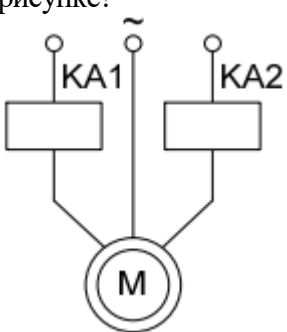
	боте нагнетателей?	двигателя с характеристиками механизма, соответствующими различным скоростям 2. Точки пересечения характеристики сети с характеристиками механизма, соответствующими максимальной скорости 3. Точки пересечения характеристики сети с характеристиками механизма, соответствующими минимальной скорости 4. Точки пересечения характеристики сети с характеристиками механизма, соответствующими различным скоростям
3	В чем преимущество системы ТП-Д по сравнению с системой Г-Д?	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.
4	Недостатком электропривода постоянного тока по системе генератор-двигатель является	1. Низкий КПД и высокая стоимость 2. Малый диапазон регулирования скорости 3. Невозможность рекуперации энергии в сеть 4. Низкий коэффициент мощности
5	Какой способ регулирования является наиболее энергетически эффективным для нагнетателей?	1. Регулирование включением / отключением от сети 2. Частотное регулирование 3. Регулирование с использованием задвижек 4. Нерегулируемый ЭП
6	Какой тип двигателей не используется для нагнетателей?	1. Асинхронный двигатель 2. Синхронный двигатель 3. Двигатель постоянного тока 4. Вентильный двигатель
7	Какая машина относится к группе установок с резко изменяющейся нагрузкой в процессе работы?	1. Дробилка 2. Подъемная установка 3. Конвейер 4. Насос
8	Какой электропривод не относится к категории «тяговый»?	1. Автосамосвал 2. Электропоезд 3. Конвейер 4. Троллейбус
9	Какой электродвигатель постоянного тока обладает механической характеристикой близкой к кривой постоянной мощности?	1. С последовательным возбуждением 2. С параллельным возбуждением 3. Со смешанным возбуждением 4. С возбуждением от постоянных

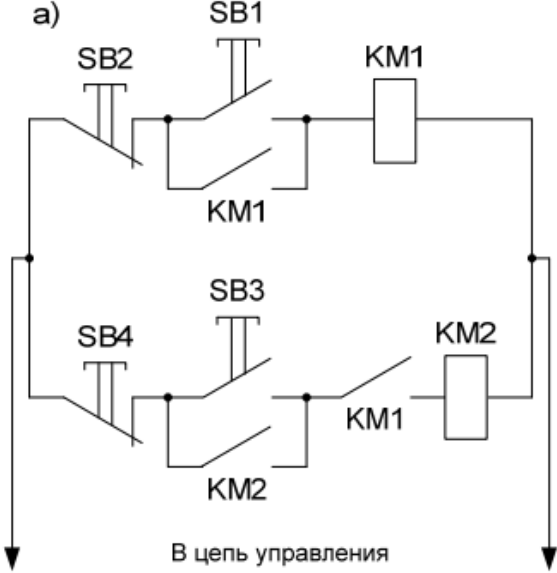
		магнитов
10	В чём главный недостаток приводов на основе двигателей постоянного тока?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие у двигателя постоянного тока щёточно коллекторного узла 2. Ограниченный диапазон регулирования скорости 3. Невозможность векторного управления скоростью 4. Сложность получения постоянного тока
11	Для чего в цепь обмотки фазного ротора асинхронного электродвигателя включают добавочные сопротивления?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для увеличения пусковых токов 2. Для реверса двигателя 3. Для увеличения жесткости механической характеристики 4. Для уменьшения пусковых токов
12	Что необходимо сделать для того, чтобы 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
13	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
14	Какие электродвигатели отличаются наибольшей простотой конструкции и наибольшей надежностью?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Двигатели постоянного тока 2. Синхронные двигатели с электромагнитным возбуждением 3. Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором 4. Асинхронные двигатели с фазным ротором
15	Что является недостатком синхронных электродвигателей?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большое значение пускового момента 2. Малое значение пускового момента 3. Возможность получения отрицательного значения угла сдвига по фазе между током и напряжением 4. Невозможность рекуперативного торможения
16	В каких пределах находится перегрузочная способность по моменту асинхронных двигателей общепромышленного исполнения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1,8-2,5 2. 1-1,5 3. 4-8 4. 0,1-0,5
17	Для какого электропривода используется закон скалярного управления с обеспечением постоянной мощности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подъемный 2. Вентиляторный 3. Тяговый 4. Конвейерный
18	Для какого электропривода используется	1. Дробилка

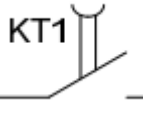
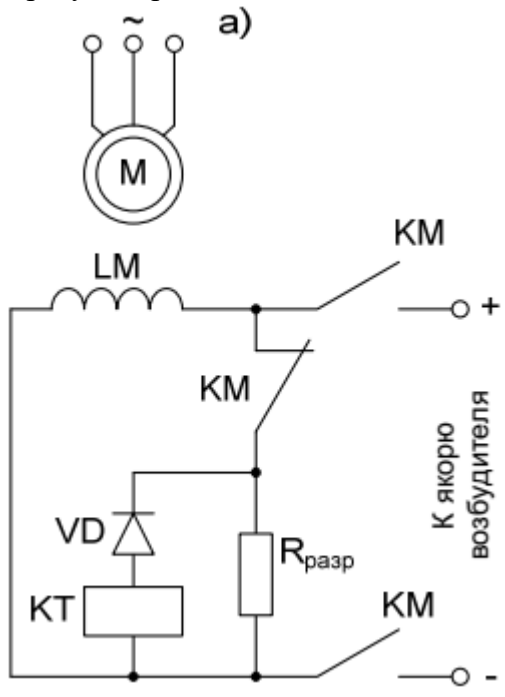

	линейный закон скалярного управления?	2. Вентиляторный 3. Тяговый 4. Конвейерный
19	Каким математическим выражением описывается закон оптимального частотного управления асинхронным двигателем М.П. Костенко?	1. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{f_1}{f_2} \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$ 2. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{f_1}{f_2}$ 3. $\frac{U_1^2}{U_2^2} = \frac{f_1}{f_2}$ 4. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{f_1^2}{f_2^2} \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$
20	Как следует изменять частоту и напряжение асинхронного двигателя для обеспечения режима постоянной мощности?	1. $\frac{U^2}{f} = const$ 2. $\frac{U}{f} = const$ 3. $\frac{U}{f^2} = const$ 4. $U \cdot f = const$

Вариант №3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	На каких элементах строится большинство современных преобразователей частоты малой и средней мощности?	1. Незапираемые тиристоры 2. Биполярные транзистры 3. IGBT-транзисторы 4. Запираемые тиристоры
2.	Что даёт применение активных выпрямителей?	1. Большую надёжность 2. Лучшие энергетические показатели и более высокий КПД 3. Возможность работы при активном моменте нагрузки 4. Более высокую точность поддержания заданной скорости
3.	Автоматический выключатель с тепловым расцепителем защищает от...	1. Токов короткого замыкания 2. Перегрузки 3. Обрыва фазы 4. Несимметрии фаз
4.	Автоматический выключатель с электромагнитным расцепителем защищает от...	1. Токов короткого замыкания 2. Перегрузки 3. Обрыва фазы 4. Несимметрии фаз
5.	Обозначение какого элемента приведено на рисунке?	1. Теплового реле 2. Реле времени 3. Реле напряжения 4. Реле тока

		
6.	<p>Обозначение какого элемента приведено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплового реле 2. Автоматического выключателя 3. Плавкого предохранителя 4. Реле максимального тока
7.	<p>Обозначение какого элемента приведено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплового реле 2. Автоматического выключателя 3. Плавкого предохранителя 4. Реле максимального тока
8.	<p>Обозначение какого элемента приведено на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплового реле 2. Автоматического выключателя 3. Плавкого предохранителя 4. Реле максимального тока
9.	<p>Схема на рисунке обеспечивает...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Включение второго двигателя только после первого 2. Включение первого двигателя только после второго 3. Одновременное включение двигателей 4. Блокировку совместной работы двигателей

	<p>a)</p>  <p>В цепь управления</p>	
10.	<p>Для чего предназначена нулевая защита в схемах управления электроприводами?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нулевая защита позволяет предотвратить торможение двигателя при исчезновении или значительном снижении напряжения 2. Нулевая защита позволяет обеспечить самозапуск двигателя при исчезновении или значительном снижении напряжения 3. Нулевая защита позволяет предотвратить самозапуск двигателя при исчезновении или значительном снижении напряжения 4. Нулевая защита позволяет обеспечить торможение двигателя при исчезновении или значительном снижении напряжения
11.	<p>Что используется в схемах управления электроприводами для защиты от работы на двух фазах?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Автоматический выключатель в цепи нулевого провода 2. Реле напряжения в цепи нулевого провода 3. Контактёр в цепи нулевого провода 4. Реле времени в цепи нулевого провода
12.	<p>Что не относится к защитам в схемах управления электроприводом?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Защита от короткого замыкания и перегрузки 2. Нулевая защита 3. Блокировочные связи 4. Защита от помех
13.	<p>Для чего нужны блокировочные связи в схемах управления электроприводом?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Блокировочные связи обеспечивают необходимую последовательность работы отдельных элементов и предотвращают ошибочные действия оператора 2. Блокировочные связи обеспечивают надежность работы схемы и предотвращают ошибочные действия оператора 3. Блокировочные связи обеспечивают надежность работы схемы, необходимую последовательность работы отдельных элементов и предотвращают ошибочные

		<p>действия оператора</p> <p>4. Блокировочные связи обеспечивают надежность работы схемы и необходимую последовательность работы отдельных элементов</p>
14.	<p>На рисунке приведено реле времени...</p> 	<p>1. С задержкой на включение</p> <p>2. С задержкой на отключение</p> <p>3. Работающее в импульсном режиме</p> <p>4. Работающее в аналоговом режиме</p>
15.	<p>На рисунке приведена...</p> 	<p>1. Процесс торможения синхронного двигателя в функции напряжения</p> <p>2. Процесс торможения синхронного двигателя в функции выпрямленного тока</p> <p>3. Подача возбуждения синхронному двигателю в функции выпрямленного тока</p> <p>4. Подача возбуждения синхронному двигателю в функции напряжения</p>
16.	<p>На рисунке приведено реле времени...</p> 	<p>1. С задержкой на включение</p> <p>2. С задержкой на отключение</p> <p>3. Работающее в импульсном режиме</p> <p>4. Работающее в аналоговом режиме</p>
17.	<p>Что обозначается на схеме буквами КТ?</p>	<p>1. Разрядное сопротивление</p> <p>2. Реле времени</p> <p>3. Тепловое реле</p> <p>4. Реле контроля скорости</p>
18.	<p>Что обозначается на схеме буквами SR?</p>	<p>1. Разрядное сопротивление</p> <p>2. Реле времени</p> <p>3. Тепловое реле</p> <p>4. Реле контроля скорости</p>
19.	<p>Что обозначается на схеме буквами R_{разр}?</p>	<p>1. Разрядное сопротивление</p> <p>2. Реле времени</p> <p>3. Тепловое реле</p> <p>4. Реле контроля скорости</p>
20.	<p>На каких элементах строится большинство современных преобразователей частоты малой и средней мощности?</p>	<p>1. Незапираемые тиристоры</p> <p>2. Биполярные транзисторы</p> <p>3. IGBT-транзисторы</p> <p>4. Запираемые тиристоры</p>

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

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
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
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

6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических / 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 практических / 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. Ванурин В.Н. Электрические машины: Издательство "Лань", 2016. – 304с
https://e.lanbook.com/book/72974#book_name
2. Епифанов, А.П. Электропривод [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400с.
<https://e.lanbook.com/book/3812>
3. Фащиленко, В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий. Учебное пособие [Электронный ресурс] :— Москва : Горная книга, 2011. — 260 с. <https://e.lanbook.com/book/1532>
4. Фурсов В.Б. Моделирование электропривода: учебное пособие. Издательство "Лань", 2019г., 220с. <https://e.lanbook.com/book/121467>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин.. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 368 с. <https://e.lanbook.com/book/3185>
2. Электрические машины [Электронный ресурс] : учебник / А. П. Епифанов. - Москва : Лань, 2006. - 272 с. https://e.lanbook.com/book/591#book_name
3. Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Б. Терехин, Ю.Н. Дементьев — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. <https://e.lanbook.com/book/82848>

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&bns_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&bns_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&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088692%2F%D0%90%2047%2D951253<.>

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. КонсультантПлюс: 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/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, 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»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. 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:

52 посадочных места

Оснащенность: Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий и лабораторных работ:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт.

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5.

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

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 колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint

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., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 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.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security .

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional.

2. Microsoft Office 2007 Standard.

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)