

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
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

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

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Электрический привод» 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 г.;

- 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 от 27.01.2022 г., протокол № 08/01.

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

Рабочая программа согласована:

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний и умений по современному электрическому приводу (сокращенно электропривод - ЭП), формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественно-научного мышления, ознакомления с методологией научных исследований для успешного решения теоретических и практических задач в их профессиональной деятельности.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основ теории электрического привода;
 - овладение инженерными методами выбора типа и мощности электрического привода; принципами и методами расчета электрического привода в процессе технического проектирования, с учетом режимов работы рабочих машин;
- Формирование:
- представлений о последних достижениях ведущих фирм в области электропривода;
 - навыков на основе паспортных и каталожных данных определять параметры и характеристики типовых электроприводов с использованием компьютерных технологий;
 - навыков практического применения теоретических знаний при эксплуатации и проведении типовых испытаний электрического привода в соответствующих условиях промышленного предприятия;
 - способностей самостоятельно планировать и проводить эксперимент, обрабатывать и оформлять его результаты, оценивать погрешность;
 - мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области современных электрических приводов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электрический привод» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электропривод и автоматика» и изучается в 5 и 6 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электрический привод», являются «Электрические машины» и «Теоретические основы электротехники».

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

Особенностью дисциплины является то, что она охватывает комплекс проблем, имеющих отношение к развитию наук, связанных с электрическими машинами и электроприводом, и направлена на овладение теоретическими знаниями, необходимыми для профессиональной деятельности.

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

Процесс изучения дисциплины «Электрический привод» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании систем электропривода	ПКС-1.1	ПКС-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, производит расчет и составляет конкурентоспособные варианты технических решений.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		5	6
Аудиторные занятия, в том числе:	87	51	36
Лекции	52	34	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	35	17	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	57	30	27
Подготовка к лабораторным занятиям	47	25	22
Расчетно-графическая работа (РГР)	10	5	5
Промежуточная аттестация - экзамен (Э)	72 (Э)	36 (Э)	36 (Э)
Общая трудоемкость дисциплины	-	-	-
ак. час.	216	117	99
зач. ед.	6		

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, 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 «Общие вопросы электрического привода»	13	8	-	-	5
Раздел 2 «Механика электрического привода»	19	10	-	3	6
Раздел 3 «Электромеханические свойства электроприводов»	112	34	-	32	46
ВСЕГО:	144	52	-	35	57
Подготовка к экзамену	72				
Итого:	216				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах	
			5 сем.	6 сем.
1.	Раздел 1 «Общие вопросы электрического привода»	Назначение электрического привода, его схема, элементы, основные понятия и определения. Классификация электрических приводов, примеры реализации. Электромеханическое преобразование энергии как основа машинного производства. Законы электромеханики. Современное состояние и перспективы развития автоматизированного электрического привода. Содержание, методология, структура курса и связь с другими дисциплинами.	8	
2.	Раздел 2 «Механика электрического привода»	Механические звенья электропривода. Понятие статического момента нагрузки и момента инерции. Виды статических моментов нагрузки. Статические моменты нагрузки типовых машин и механизмов. Приведение статических моментов нагрузки и моментов инерции. Учет потерь энергии в передачах, учет упругих моментов в механическом блоке электропривода. Уравнение движения электропривода. Механические переходные процессы в электроприводе. Понятие и способы регулирования переменных (координат) электропривода. Использование уравнения движения для определения времени пуска, реверса и выбега. Механические характеристики производственных машин и	10	

		механизмов. Статическая устойчивость электрического привода.		
4.	Раздел 3 «Электромеханические свойства электроприводов»	Схемы, статические характеристики, энергетические режимы, математическое описание и способы регулирования электроприводов с двигателями постоянного тока. Уравнение механической характеристики. Естественные и искусственные механические характеристики. Расчет регулировочных резисторов. Двигательный и тормозные режимы работы. Двигатель постоянного тока как электромеханический преобразователь, каналы управления, двухзонное регулирование. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы, математическое описание и способы регулирования электроприводов с асинхронными двигателями. Механические характеристики. Генераторный, двигательный режимы работы, режимы торможения. Асинхронный двигатель как объект управления. Методы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей. Расчет регулировочных резисторов. Частотное регулирование. Каскадное регулирование асинхронных двигателей. Схемы, статические характеристики, энергетические режимы, математическое описание и способы регулирования электроприводов с синхронными двигателями. Уравнение угловой характеристики. Пусковые характеристики синхронных двигателей. Синхронный двигатель как объект управления. Частотное регулирование синхронных двигателей. Вентильные двигатели, их механические и регулировочные характеристики. Энергетические показатели работы электроприводов и основные способы их повышения.	16	18
Итого:			52	

4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах	
			5 сем.	6 сем.
1.	Раздел 2	Состав ЭП и основные требования безопасности при эксплуатации электромеханических стендов.	1	
		Структура механической части электрического привода, переходные процессы при пуске	2	
2.	Раздел 3	Исследование энергетических показателей электропривода ТПЧ-АД	6	

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах	
			5 сем.	6 сем.
		Исследование механических характеристик ЭП с двигателем постоянного тока в двигательном режиме. Исследование механических характеристик ЭП с двигателем постоянного тока в тормозных режимах. Исследование механических характеристик ЭП с асинхронным двигателем при изменении напряжения.	8	4
		Статические и динамические характеристики разомкнутой и замкнутой схем электропривода ТП-Д		14
Итого:			35	

4.2.5. Курсовая работа (проект)

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.

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.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РГР

1. Расчет и подбор мощности двигателя по нагрузочным диаграммам.
2. Расчет реостатного пуска асинхронного двигателя с фазным ротором.
3. Расчет и построение механической характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

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. Общие вопросы электрического привода

1. По каким признакам производится классификация электроприводов?
2. Групповым электроприводом называется электропривод, в котором....

3. Может ли работать машина в режиме генератора, если в паспорте указано, что это двигатель?
4. Что такое номинальные величины электрической машины?
5. Как изображается электрический двигатель на принципиальной схеме?
6. Какие элементы, в соответствии с функциональной схемой, входят в состав современного электропривода?
7. Укажите выражение, соответствующее закону электромагнитной силы.
8. Выражение, соответствующее закону электромагнитной индукции.
9. Уравнение механической характеристики электропривода, выполненного по схеме ТП-Д
10. Формула для определения мощности двигателя методом эквивалентного момента при продолжительном и повторно-кратковременном режимах

...

Раздел 2. Механика электрического привода

1. Формулы приведения моментов, сил, маховых масс.
2. Что называется основным уравнением движения электропривода?
3. Чему равна частота вращения магнитного поля якоря, если частота вращения якоря двигателя постоянного тока при номинальной нагрузке равна 1400 об/мин.
4. Что такое активный и пассивный моменты сопротивления производственных механизмов?
5. Что называется механической и электромеханической характеристиками двигателя?
6. Механические характеристики электропривода в двигательном, тормозном и генераторном режимах изображаются обычно в квадрантах....
7. Что называется механической характеристикой производственного механизма?
8. Какая механическая характеристика соответствует центробежному вентилятору?
9. Какая характеристика соответствует грузоподъемному механизму?
10. Перечислите основные критерии оценки механических характеристик?

...

Раздел 3. Электромеханические свойства электроприводов

1. В каком квадранте расположена характеристика машины привода постоянного тока, работающей в режиме динамического торможения, и какое преобразование энергии при этом происходит?
2. В чем особенности работы вентильного электропривода.
3. Как осуществляются основные способы пуска и торможения электроприводов постоянного тока?
4. Какой вид имеет характеристика, принадлежащая двигателю с последовательным возбуждением?
5. Чему приравнивают потери холостого хода двигателя?
6. В какую энергию превращается электрическая энергия электрической машины при холостом ходе и при неподвижном роторе (якоре)?
7. Какой вид имеет характеристика, которая принадлежит двигателю со смешанным возбуждением?
8. Для чего при пуске двигателя постоянного тока уменьшают сопротивление в цепи возбуждения ?
9. Как графически изображается переход в режим торможения противовключением и динамического торможения.
10. Чем отличаются режимы холостого хода и идеального холостого хода?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Какой из перечисленных элементов, в соответствии с функциональной схемой, не входит в состав электрического привода?

2. Какое устройство в составе функциональной схемы электрического привода служит только для преобразования одного вида электроэнергии в другой вид электроэнергии?
3. Какое устройство принципиально не может отсутствовать в электроприводе?
4. Чем отличается электрический привод от электрической машины?
5. Коэффициент статизма δ электропривода определяется выражением
6. Приведение статического момента нагрузки, момента инерции и моментов диссипативных сил к валу двигателя.
7. Тепловые процессы, протекающие в электрической машине.
8. Тепловая модель электрической машины.
9. Режимы работы электропривода и нагрузочные диаграммы.
10. Расчеты требуемой мощности исполнительного двигателя
11. Понятие механической части электропривода.
12. Звенья механической части.
13. Понятие статического момента нагрузки и момента инерции.
14. Приведение статического момента нагрузки, момента инерции и моментов диссипативных сил к валу двигателя.
15. Уравнение движения. Использование уравнения движения для определения длительности протекания переходных процессов.
16. Взаимосвязанным электроприводом называется электрический привод,...
17. Групповым электроприводом называется электропривод, в котором...
18. Краткая формулировка трех основных законов электромеханики
19. Какая характеристика соответствует центробежному вентилятору с малым трением в подшипниках?
20. Какая из характеристик принадлежит грузоподъемному механизму?
21. Механической характеристикой электропривода называется ...
22. Для абсолютно жестких механических характеристик показатель жесткости равен...
23. Показатель жесткости (коэффициент крутизны %) механической характеристики электродвигателя определяется выражением...
24. Какое из перечисленных свойств характерно для способа регулирования скорости мощных двигателей постоянного тока изменением сопротивления в цепи якоря?
25. По какой формуле определяется величина синхронной частоты вращения двигателя переменного тока?
26. Основным достоинством замкнутых систем электроприводов является...
27. Под гибкой обратной связью понимают обратную связь, сигнал которой...
28. Под положительной обратной связью понимают обратную связь, сигнал которой ...
29. Какой элемент является принципиально необходимым в электроприводе с жесткой отрицательной обратной связью по частоте вращения?
30. Если обозначить сигнал задающего воздействия как U_3 , а выходной координатой является параметр X , то при реализации гибкой положительной обратной связи напряжение на выходе узла сравнения будет равно...

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Какой из перечисленных элементов, в соответствии с функциональной схемой, не входит в состав электрического привода?	1. Двигательное устройство. 2. Электромашинный усилитель. 3. Преобразователь. 4. Управляющее устройство.
2.	Какое устройство в составе функциональной	1. Преобразователь.

	<p>схемы электрического привода служит только для преобразования одного вида электроэнергии в другой вид электроэнергии?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Датчик-преобразователь информации. 3. Передаточное устройство. 4. Двигательное устройство.
3.	<p>Какое устройство принципиально не может отсутствовать в электроприводе?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Преобразователь. 2. Управляющее устройство. 3. Задающее устройство. 4. Двигательное устройство.
4.	<p>Чем отличается электрический привод от электрической машины?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электрический привод может работать с КПД 100%. 2. Электрический привод (ЭП) позволяет не только преобразовать энергию, но и управлять механической энергией с помощью электрических сигналов. 3. Электрический привод не может работать в генераторном режиме. 4. В электрическом приводе может отсутствовать двигатель.
5.	<p>Коэффициент статизма δ электропривода определяется выражением</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ω / ω_n 2. $\Delta \omega_{иск} / \omega_{ест}$ 3. $\omega_{max} / \omega_{min}$ 4. $\omega_{min} / \omega_{max}$
6.	<p>Для того чтобы реализовать режим торможения противовключением 2 рода у двигателя постоянного тока с независимым возбуждением необходимо...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отключить цепь якоря от сети и замкнуть ее на активное сопротивление. 2. Изменить полярность напряжения, подводимого к цепи якоря. 3. Изменить полярность напряжения, подводимого к цепи якоря, и включить в цепь якоря дополнительное сопротивление. 4. Изменить полярность напряжения, подводимого к цепи возбуждения, и включить в цепь возбуждения дополнительное сопротивление.
7.	<p>Для реализации двухзонного регулирования частоты вращения в состав электропривода Г-Д необходимо ввести...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Регулятор частоты вращения генератора. 2. Регулируемый возбудитель в цепи возбуждения исполнительного двигателя.. 3. Нерегулируемый возбудитель в цепи возбуждения исполнительного двигателя.. 4. Регулируемый возбудитель в цепи возбуждения генератора.
8.	<p>Экспавакторная характеристика в электроприводе по системе ТП-Д формируется...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. за счет отрицательной обратной связи по току 2. за счет нелинейной обратной связи в регуляторе скорости 3. за счет обратной связи по напряжению двигателя 4. воздействием на ток возбуждения.
9.	<p>В системе генератор - двигатель постоянного тока (Г-Д) изменение напряжения на якоре двигателя достигается путем:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменения тока обмотки возбуждения двигателя 2. изменения тока обмотки возбуждения генератора 3. изменения напряжения гонного двигателя (ДГ)

		4. переключения полярности обмотки возбуждателя
10.	В системе двух зонного управления электроприводом постоянного тока регулирование частоты вращения двигателя в диапазоне от ω_n до $2\omega_n$ осуществляется...	1. изменением момента инерции 2. увеличением магнитного потока 3. увеличением тока якоря 4. ослаблением магнитного потока
11.	Выражение энергетического баланса, лежащего в основе теплового расчета двигателя, имеет вид...	1. $\Delta P dt = A Q dt + C dQ$ 2. $\Delta P dt = A Q dt - C dQ$ 3. $\Delta P dt = C Q dt + A dQ$ 4. $\Delta A dt = P Q dt + C dQ$
12.	При правильном выборе двигателя по мощности...	1. Температура обмоточного провода не должна превышать предельно допустимого значения. 2. Электромагнитный момент не должен превышать допустимого значения. 3. мощность на валу не должна превышать допустимого значения. 4. потребляемая мощность не должна превышать допустимого значения.
13.	Гибкая обратная связь в системах электропривода это обратная связь	1. по величине контролируемого параметра системы 2. с изменяемым коэффициентом передачи 3. по первой производной контролируемого параметра системы 4. с апериодическим звеном первого порядка
14.	Принципиальным недостатком разомкнутых систем электроприводов является:	1. невозможность достижения номинальной скорости 2. невозможность управлять напряжением 3. невозможность обеспечения высокой точности регулирования 4. невозможность контролировать ток двигателя
15.	Адаптивные системы управления электроприводом обеспечивают оптимальное протекание процессов...	1. при отключении обратных связей 2. в условиях неопределенности или неполноты информации об условиях работы объекта 3. при исчезновении напряжения питания 4. в условиях пониженных нагрузок привода
16.	В частотно-регулируемых электроприводах управление работой двигателя осуществляется путем изменения...	1. Величины напряжения, подводимого к обмоткам статора. 2. Величины частоты напряжения, подводимого к обмоткам статора. 3. Величин напряжения, подводимого к обмоткам статора, и частоты этого напряжения. 4. Величины противоэдс, вводимой в цепь ротора.
17.	Под динамическим падением скорости двигателя при скачкообразном увеличении статического момента нагрузки понимают...	1. Новое установившееся значение скорости после окончания переходного процесса. 2. Максимальное отклонение скорости, имеющее место в переходном процессе, от первоначального установившегося значения. 3. Максимальное отклонение скорости, имеющее место в переходном процессе, от нового установившегося значения. 4. Разность между первоначальным и новым установившимися значениями.
18.	Алгоритм прямого управления моментом	1. табличном формировании вектора

	(DTC) асинхронного электропривода основан на...	напряжения 2. раздельном управлении моментным и намагничивающим токами 3. включении ПИ-регуляторов в контуры токов 4. датчике скорости, установленном на валу двигателя
19.	При использовании структуры подчиненного регулирования в системах векторного управления с асинхронным двигателем все контуры управления настраиваются по условиям, близким к условиям...	1. «технического оптимума» 2. минимальной мощности 3. минимизации потерь в стали 4. обеспечения максимального запаса по перегрузочной способности двигателя
20.	Разделение тока статора на составляющие определяющие момент и потокосцепление характерно для:	1. Частотно токовой системы управления электроприводом. 2. Частотной системы управления электроприводом. 3. Электропривода с ШИМ-инвертором. 4. Векторной системы управления.

Вариант №2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Взаимосвязанным электроприводом называется электрический привод,...	1. представляющий собой совокупность индивидуальных электроприводов, объединенных общностью функционального назначения производственной машины. 2. в котором двигатель приводит в движение производственную машину через редуктор. 3. в котором один двигатель приводит в движение одну производственную машину или механизм. 4. в котором один двигатель приводит в движение несколько производственных машин или механизмов.
2.	Групповым электроприводом называется электропривод, в котором...	5. Одна производственная машина или механизм приводится в движение несколькими двигателями. 6. Один двигатель приводит в движение одну производственную машину или механизм. 7. Двигатель приводит в движение производственную машину через редуктор. 8. Один двигатель приводит в движение несколько производственных машин или механизмов.
3.	Краткая формулировка трех основных законов электромеханики	1. Электрическая машина не может работать с КПД 100%; все электрические машины реверсивны; ЭДС в неподвижных проводниках электрической машины равны нулю. 2. Электрическая машина не может работать с КПД 100%; все электрические машины обратимы; преобразование энергии осуществляется магнитными полями статора и ротора неподвижными

		<p>относительно друг друга.</p> <p>3. Электрическая машина не может работать с КПД более 100%; все электрические машины обратимы; магнитные силовые линии поля обмотки возбуждения замкнуты.</p> <p>4. Электрическая машина не может работать с КПД более 100%; все электрические машины обратимы, преобразование энергии осуществляется магнитными полями статора и ротора неподвижными относительно друг друга.</p>
4.	<p>Какая характеристика соответствует центробежному вентилятору с малым трением в подшипниках?</p>	<p>1. 1 2. 2 3. 3 4. 4</p>
5.	<p>Какая из характеристик принадлежит грузоподъемному механизму?</p>	<p>1. 1 2. 2 3. 3 4. 4</p>
6.	<p>Какие методы изменения скорости двигателя постоянного тока знаете?</p>	<p>1. Путем изменения сопротивления в цепи ротора. 2. Путем изменения магнитного потока в цепи обмотки возбуждения. 3. Путем изменения уровня питающего напряжения. 4. Все ответы верны.</p>
7.	<p>Какие из указанных частей не принадлежат двигателю постоянного тока?</p>	<p>1. Якорь 2. Контактные кольца 3. Щетки 4. Короткозамкнутый ротор</p>
8.	<p>Механической характеристикой механизма называется</p>	<p>1. Зависимость мощности, развиваемой механизмом, от частоты вращения вала рабочего органа. 2. Зависимость к.п.д. механизма от частоты вращения вала рабочего органа механизма. 3. Зависимость момента сопротивления на валу рабочего органа механизма от угла поворота. 4. Зависимость момента сопротивления от</p>

		частоты вращения вала рабочего органа
9.	Какое выражение соответствует скоростной характеристике ДПТ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $n = u / c\Phi$ 2. $n = (U / c\Phi) - (M R_{\text{я}} / (c\Phi c\Phi))$ 3. $n = -(I R_{\text{я}} / (c\Phi))$ 4. $n = (U - I R_{\text{я}}) / (c\Phi)$
10.	Какое выражение соответствует механической характеристике ДПТ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $n = u / c\Phi$ 2. $n = (U / c\Phi) - (M R_{\text{я}} / (c\Phi c\Phi))$ 3. $n = -(I R_{\text{я}} / (c\Phi))$ 4. $n = (U - I R_{\text{я}}) / (c\Phi)$
11.	Машина привода постоянного тока, работающая в 1 квадранте характеристики	<ol style="list-style-type: none"> 1. Потребляет электрическую энергию и преобразует ее в полезную механическую 2. Преобразует механическую энергию в электрическую и расходует ее на потери в якорной цепи 3. Отдает электроэнергию в сеть 4. Потребляет электрическую энергию и расходует ее на механические и магнитные потери
12.	Что такое номинальные величины?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наибольшие величины мощности, тока, напряжения 2. Величины мощности, скорости вращения и т.д., данные для варианта, соответствующего номеру бригады 3. Наиболее часто встречающиеся при эксплуатации машины мощность, скорость вращения и т.д. 4. Величины, характеризующие режим, на который рассчитана машина заводом изготовителем
13.	Как создается в лаборатории электрического привода механическая нагрузка на валу испытуемого двигателя ЭП?	<ol style="list-style-type: none"> 1. При помощи вспомогательного электродвигателя, создающего момент противоположный моменту испытуемого двигателя 2. При помощи механического тормоза 3. При помощи вспомогательного генератора, соединенного с двигателем и замкнутого на переменное сопротивление 4. При помощи гидравлического тормозного устройства
14.	Магнитный поток машины с независимым возбуждением уменьшился в 2 раза. Как изменятся скорость холостого хода и скорость при номинальной нагрузке?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Скорость холостого хода и при номинальной нагрузке уменьшатся в два раза 2. Скорость холостого хода и при номинальной нагрузке увеличатся в два раза 3. Скорость холостого хода увеличится в два раза 4. Скорость холостого хода уменьшится в два раза
15.	При каком способе регулирования частоты вращения ДПТ вниз от естественной х-ки, потери якорной цепи будут наибольшими?	<ol style="list-style-type: none"> 1. При регулировании изменением напряжения сети 2. При регулировании изменением напряжения возбудителя 3. При реостатном регулировании 4. При двухзонном регулировании изменением потока возбуждения и

		напряжения сети
16.	Какой зависимостью описывается механическая характеристика вентилятора	1. Линейной. 2. Квадратичной. 3. Кубической. 4. Не зависит.
17.	От каких параметров механических характеристик исполнительного двигателя и производственного механизма зависит статическая устойчивость электропривода?	1. Жесткость механической характеристики. 2. Инерция исполнительного механизма. 3. Не зависит. 4. Динамическая устойчивость.
18.	В чем заключается отличие естественной механической характеристики двигателя от искусственных характеристик?	1. Не отличаются 2. Построение осуществляется при номинальных параметрах сети и отсутствии добавочных резисторов 3. Магнитный поток при номинальной частоте вращения меньше 4. Скорость холостого хода выше
19.	В каком интервале может изменяться величина скольжения асинхронного двигателя, работающего в двигательном режиме?	1. От 0 до 1. 2. Не меняется. 3. От -1 до 1. 4. От 0 до бесконечности.
20.	Какое значение имеет частота вращения холостого хода асинхронного двигателя, имеющего две пары полюсов и получающего питание от сети переменного тока, частота напряжения которого равна 50 Гц?	1. 3000. 2. 1500. 3. 2000. 4. 750.

Вариант №3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Какое выражение для определения критического параметра не требует данных о параметрах схемы замещения асинхронного двигателя?	1. $s_k = \pm \frac{r'_2}{x_1 + x'_2}$ 2. $s_k = s_n (\lambda \pm \sqrt{\lambda^2 - 1})$ 3. $M_k = \frac{mU_1^2}{2 \cdot \omega_1 \cdot (x_1 + x'_2)^2}$ 4. $s_k = \pm \frac{r'_2}{\sqrt{r_2 + (x_1 + x'_2)^2}}$
2.	При уменьшении величины напряжения, подводимого к обмотке статора для снижения скорости вращения вала асинхронного двигателя...	1. Уменьшается наклон механической характеристики. 2. Уменьшается частота вращения холостого хода. 3. Уменьшается величина критического скольжения. 4. Уменьшается величина критического момента.
3.	Чтобы перевести асинхронный двигатель, работающий от сети, в генераторный режим надо	1. Приложить к валу двигателя тормозной момент. 2. Приложить к валу двигателя подкручивающий момент. 3. Подключить к обмоткам статора

		резисторы. 4. Подключить к обмоткам статора индуктивности.
4.	Понижение напряжения асинхронного двигателя при пуске влияет на пусковой ток и пусковой момент следующим образом:	1. Увеличиваются пусковой ток и пусковой момент. 2. Уменьшается пусковой ток и уменьшается пусковой момент. 3. Увеличивается пусковой ток и уменьшается пусковой момент. 4. Уменьшается пусковой ток и увеличивается пусковой момент.
5.	При переключении обмотки статора со «звезды» на «треугольник» номинальный электромагнитный момент ...	1. увеличится в $\sqrt{2}$ раз. 2. увеличится в $\sqrt{3}$ раз. 3. уменьшится в $\sqrt{3}$ раз. уменьшится в $\sqrt{2}$ раз.
6.	Что такое электромеханическая характеристика двигателя постоянного тока?	1. Зависимость вращающего момента от частоты вращения двигателя. 2. Зависимость установившейся частоты вращения от тока 3. Зависимость тока статора от частоты вращения 4. Зависимость тока статора от напряжения
7.	Машины постоянного тока с независимым возбуждением - это?	1. Электрическая цепь обмотки возбуждения является независимой от силовой цепи ротора 2. Совокупность управляющих и информационных устройств и устройств управления 3. Подвижная и неподвижная части электрической машины не связаны магнитной связью 4. Возбуждение присутствует постоянно
8.	Какие методы изменения скорости двигателя постоянного тока знаете?	1. Путем изменения сопротивления в цепи ротора. 2. Путем изменения магнитного потока в цепи обмотки возбуждения. 3. Путем изменения уровня питающего напряжения. 4. Все ответы верны.
9.	Какие из указанных частей не принадлежат двигателю постоянного тока?	1. Якорь 2. Контактные кольца 3. Щетки 4. Короткозамкнутый ротор
10.	Механической характеристикой механизма называется	1. Зависимость мощности, развиваемой механизмом, от частоты вращения вала рабочего органа. 2. Зависимость к.п.д. механизма от частоты вращения вала рабочего органа механизма. 3. Зависимость момента сопротивления на валу рабочего органа механизма от угла поворота. 4. Зависимость момента сопротивления от частоты вращения вала рабочего органа
11.	Какое выражение соответствует скоростной характеристике ДПТ?	1. $n = u / c\Phi$ 2. $n = (U / c\Phi) - (M R_{\text{я}} / (c\Phi c\Phi))$

		<p>3. $n = -(I R_{я}) / (c\Phi)$</p> <p>4. $n = (U - I R_{я}) / (c\Phi)$</p>
12.	Какое выражение соответствует механической характеристике ДПТ?	<p>1. $n = u / c\Phi$</p> <p>2. $n = (U / c\Phi) - (M R_{я}) / (c\Phi c\Phi)$</p> <p>3. $n = -(I R_{я}) / (c\Phi)$</p> <p>4. $n = (U - I R_{я}) / (c\Phi)$</p>
13.	Машина привода постоянного тока, работающая в 1 квадранте характеристики	<p>1. Потребляет электрическую энергию и преобразует ее в полезную механическую</p> <p>2. Преобразует механическую энергию в электрическую и расходует ее на потери в якорной цепи</p> <p>3. Отдает электроэнергию в сеть</p> <p>4. Потребляет электрическую энергию и расходует ее на механические и магнитные потери</p>
14.	Что такое номинальные величины?	<p>1. Наибольшие величины мощности, тока, напряжения</p> <p>2. Величины мощности, скорости вращения и т.д., данные для варианта, соответствующего номеру бригады</p> <p>3. Наиболее часто встречающиеся при эксплуатации машины мощность, скорость вращения и т.д.</p> <p>4. Величины, характеризующие режим, на который рассчитана машина заводом изготовителем</p>
15.	Как создается в лаборатории электрического привода механическая нагрузка на валу испытуемого двигателя ЭП?	<p>1. При помощи вспомогательного электродвигателя, создающего момент противоположный моменту испытуемого двигателя</p> <p>2. При помощи механического тормоза</p> <p>3. При помощи вспомогательного генератора, соединенного с двигателем и замкнутого на переменное сопротивление</p> <p>4. При помощи гидравлического тормозного устройства</p>
16.	Магнитный поток машины с независимым возбуждением уменьшился в 2 раза. Как изменятся скорость холостого хода и скорость при номинальной нагрузке?	<p>1. Скорость холостого хода и при номинальной нагрузке уменьшатся в два раза</p> <p>2. Скорость холостого хода и при номинальной нагрузке увеличатся в два раза</p> <p>3. Скорость холостого хода увеличится в два раза</p> <p>4. Скорость холостого хода уменьшится в два раза</p>
17.	При каком способе регулирования частоты вращения ДПТ вниз от естественной х-ки, потери якорной цепи будут наибольшими?	<p>1. При регулировании изменением напряжения сети</p> <p>2. При регулировании изменением напряжения возбудителя</p> <p>3. При реостатном регулировании</p> <p>4. При двухзонном регулировании изменением потока возбуждения и напряжения сети</p>
18.	Какой зависимостью описывается механическая характеристика вентилятора	<p>1. Линейной.</p> <p>2. Квадратичной.</p> <p>3. Кубической.</p> <p>4. Не зависит.</p>

19.	От каких параметров механических характеристик исполнительного двигателя и производственного механизма зависит статическая устойчивость электропривода?	1. Жесткость механической характеристики. 2. Инерция исполнительного механизма. 3. Не зависит. 4. Динамическая устойчивость.
20.	В чем заключается отличие естественной механической характеристики двигателя от искусственных характеристик?	1. Не отличаются 2. Построение осуществляется при номинальных параметрах сети и отсутствии добавочных резисторов 3. Магнитный поток при номинальной частоте вращения меньше 4. Скорость холостого хода выше

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Проектирование электропривода промышленных механизмов. Издательство "Лань", 2014г., 448с.

<https://e.lanbook.com/book/44766>

2. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Регулируемый асинхронный электропривод: учебник. Издательство "Лань", 2018г., 464с.

<https://e.lanbook.com/book/102251>

3. Терехин В.Б., Дементьев Ю.Н. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: Томский политехнический университет, 2015г., 307с.

<https://e.lanbook.com/book/101650>

4. Фурсов В.Б. Моделирование электропривода: учебное пособие. Издательство "Лань", 2019г., 220с.

<https://e.lanbook.com/book/121467>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. М.: Энергия, 1977. 432 с.

2. Справочник по автоматизированному электроприводе /Под. Ред. В.А.Елисева и А.В.Шинянского. М.: Энергоатомиздат, 1983. 616 с.

3. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М.: Энергоиздат, 1981.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Электрический привод. Учеб. пособие / сост.: М.С. Ковальчук, Д.А. Поддубный, А.В. Коптева; Издательство «Лема», СПб, 2019. 153 с.

2. Электрический привод. Программа и методические указания с расчетными заданиями / Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). Сост. В. В. Алексеев, А.Е. Козярук, С.В. Бабурин. СПб, 2010. 27 с.

3. Электрический привод. Методические указания к лабораторным работам / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: В.В. Алексеев, С.В. Бабурин., СПб, 2014. 45 с.

4. Электрический привод. Методические указания к самостоятельной работе / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: В.В. Алексеев, В.О. Зырин., СПб, 2014. 50 с.

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

1. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

3. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

5. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

6. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

7. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

8. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

9. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

10. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

11. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

12. 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.

Лаборатории кафедры Э и ЭМ оснащены необходимым оборудованием и компьютерной техникой, необходимой для проведения занятий по дисциплине.

Аудитория для проведения лекционных занятий.

Оснащенность помещения: 30 посадочных мест, стол – 16 шт., стул – 32 шт., доска маркерная - 1 шт.

Аудитория для проведения лабораторных занятий.

Оснащенность помещения: 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 Office 2010 Standard, Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

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 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, Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

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 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

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

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

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., балон 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 (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 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 (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional.
2. Microsoft Office 2007 Standard.
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus.
4. Statistica for Windows.
5. LabView Professional.
6. MathCad Education.