

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И 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
доцент Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОПРИВОД С ШАГОВЫМИ И ВЕНТИЛЬНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Уровень высшего образования:	<i>Магистратура</i>
Направление подготовки:	<i>11.04.04 –Электроника и наноэлектроника</i>
Направленность (профиль):	<i>Силовая электроника</i>
Квалификация выпускника:	<i>магистр</i>
Форма обучения:	<i>очная</i>
Составитель:	<i>к.т.н. Добуш В.С.</i>

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и микроэлектроника» и уровню высшего образования магистратура, утвержденный приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927;
- на основании учебного плана подготовки по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и микроэлектроника» направленность (профиль) «Силовая электроника».

Составитель _____ к.т.н. В.С. Добуш

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей электротехники от 30 января 2023 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., доц. И.И. Растворова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» ознакомление студентов с электромеханическими процессами, протекающими в электроприводах с шаговыми и вентильными двигателями; получение студентами базовых знаний по вопросам теории, принципам построения электроприводов производственных машин и механизмов, ознакомление с критериями выбора электрооборудования, входящего в их состав, Целью дисциплины «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» с практической точки зрения является приобретение практических навыков, необходимых для анализа и синтеза систем управления автоматизированными электроприводами с шаговыми и вентильными двигателями.

Основной задачей дисциплины «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» является изучение основ теории электрического привода с шаговыми и вентильными двигателями как электромеханической системы, предназначенной для приведения в движение производственной машины и управления этим движением; овладение инженерными методами расчета и выбора электрооборудования, методами анализа электромеханических процессов, протекающих в электроприводах с шаговыми и вентильными двигателями, методами использования математического анализа для решения задач в своей предметной области, а также методами применения компьютерных и информационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень магистратуры)» и изучается в 1 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» являются «Физика», «Электрические машины».

Дисциплина «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» является основополагающей для прохождения «Преддипломной практики» и «Выполнения и защиты выпускной квалификационной работы».

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

Процесс изучения дисциплины «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1	ОПК-1.1. Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники ОПК-1.2. Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности ОПК-1.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности

Формируемые компетенции		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников.	ПКС-4	ПКС-4.1. Знает современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса изделий силовой электроники ПКС-4.2. Умеет анализировать литературные и патентные источники при разработке изделий силовой электроники ПКС-4.3. Владеет навыками конструирования изделий силовой электроники

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями» составляет 4 зачетных единиц, 144 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		1
Аудиторные занятия, в том числе:	51	51
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	25	25
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	93	93
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Подготовка к семинарским занятиям	-	-
Подготовка к практическим занятиям	33	33
Подготовка к лабораторным занятиям	60	60
Вид промежуточной аттестации – дифф.зачет	-	-
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
	ак. час.	144
	зач. ед.	4

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Введение в дисциплину	4	2	-	-	2
2.	Электропривод с шаговыми двигателями	48	2	7	9	31
3.	Электропривод с вентильными двигателями	51	2	9	9	30
4.	Преобразовательная техника и ее роль в повышении эффективности электрических машин	41	2	9	-	30
Итого:		144	8	25	18	93

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Введение в дисциплину	Введение. Предмет и задачи дисциплины. классификация шаговых и вентильных двигателей. Сферы применения рассматриваемых типов двигателей.	2
2.	Электропривод с шаговыми двигателями	Принцип действия шагового двигателя, основы работы шагового двигателя. Принципиальная схема управления шаговыми двигателями. Схема коммутации фаз. Способы управления. Резонанс шагового двигателя. Достоинства и недостатки шаговых двигателей.	2
3.	Электропривод с вентильными двигателями	Принцип действия вентильного двигателя, основы работы шагового вентильного. Электрические и конструктивные схемы вентильных двигателей. Датчики обратной связи.	2
4.	Преобразовательная техника и ее роль в повышении эффективности работы электрических машин	Драйверы и сенсорные средства. Прямое цифровое управление устройствами силовой электроники. Микроконтроллеры смешанного сигнала. Итоги изучения курса.	2
Итого:			8

4.2.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	-	-
2.	Раздел 2.	Расчет параметров электропривода шагового двигателя	7
3.	Раздел 3.	Расчет параметров электропривода вентильного двигателя	9
4.	Раздел 4.	Расчет параметров силовых цепей и выбор полупроводниковых приборов.	4
		Подготовка математических моделей силовых преобразователей для имитационного моделирования.	5
Итого:			25

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 3.	Исследование характеристик электропривода с вентильным двигателем.	4
		Исследование характеристик электропривода с асинхронным двигателем.	5
2.	Раздел 4.	Исследование характеристик электропривода с двигателем постоянного тока.	4
		Имитационное моделирование системы: преобразователь частоты - электрическая машина.	5
Итого:			18

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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

Цели лекционных занятий:

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

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

Семинарские занятия. Цели семинарских занятий:

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

-обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

Лабораторная работа – вид самостоятельной исследовательской деятельности студента по

освоению предметной части изучаемой дисциплины. Данный вид деятельности включает в себя как подготовку студента в домашних условиях, так и работу на рабочем месте в лаборатории. Выполнение лабораторных направлено на приобретение навыков обработки и осмысления первичных результатов практической работы.

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.

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

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

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

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

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

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

6.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 3. Электропривод с вентильными двигателями

1. Терминология. Вопросы классификации электроприводов.
2. Типы транзисторов, применяемых в силовых ключах.
3. Принципиальные схемы силовых ключей.
4. Рабочие характеристики двигателей с реактивным ротором
5. Пуск и реверс вентильного двигателя.

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

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к дифференцированному зачету (по дисциплине):

1. Из каких основных частей состоит электропривод ?
2. Что такое многодвигательный электропривод?
3. Чем характеризуется экономичность регулируемого привода?
4. Чем характеризуется плавность регулирования?
5. К какому источнику электрической энергии подключается обмотка статора синхронного двигателя?
6. Почему сердечник якоря машины постоянного тока набирают из листов электротехнической стали, изолированных между собой?
7. Режим, при котором периоды неизменной нагрузки чередуются с периодами отключения двигателя?
8. По какому из перечисленных условий не производят выбора типа двигателя и его мощности?
9. Какая из перечисленных функций не является функцией тиристорного возбудителя синхронного двигателя?
10. Зависимость статического момента сопротивления от скорости движения – это?
11. Какой из способов регулирования частоты вращения ротора не применим для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?

12. Продолжительный номинальный режим работы электрической машины характеризуется условным обозначением, указанным на щитке завода-изготовителя?
13. Каким образом осуществляется регулирование скорости в вентильно-машинном каскаде?
14. Каким образом осуществляется регулирование скорости в вентильно-машинном каскаде?
15. Сколько вращающихся электрических машин присутствуют в вентильном каскаде, применяемом для привода механизмов с вентиляторным моментом на валу?
16. Какие вращающиеся электрические машины имеются в вентильном каскаде, применяемом для привода механизмов с вентиляторным моментом на валу?
17. Каким способом можно запустить асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором?
18. Какие методы существуют изменения скорости двигателя постоянного тока
19. Определить коэффициент полезного действия асинхронного двигателя, если известны его полезная мощность $P_2 = 7$ кВт и сумма потерь мощности $\Sigma P = 930$ Вт?
20. Когда возникают динамические нагрузки электроприводов ?
21. . Каким способом возможен пуск асинхронного двигателя с фазным ротором?
23. Недостатки регулирования частоты вращения изменением величины подводимого напряжения?
24. Для двигателей, каких модификаций применяют регулирование частоты вращения при искусственно создаваемой асимметрии статорного напряжения?
25. Назовите вид торможения, возможный только при скорости, превышающей скорость идеального холостого хода?
26. Назовите вид торможения, возможный при изменении полярности на зажимах якоря двигателя постоянного тока?
27. Назовите вид торможения, возникающий при отключении якоря двигателя постоянного тока и замыкающийся на шунтовое сопротивление?
28. Назовите вид электродвигателя, при котором магнитный поток двигателя зависит от тока якоря?
29. Назовите вид электродвигателя, в котором запрещено двигатель соединять с рабочей машиной через ременную передачу во избежание механической аварии при соскальзывании ремня?
30. Система регулирования, отличающаяся высоким быстродействием производимых операций?
31. Электрический аппарат, защищающий электропривод от большинства видов аварийных ситуаций, является?
32. Какому режиму соответствует значение и знак скольжения и угловой скорости электродвигателя: $S=0$; $\omega = \omega_0$?
33. Устройства, производящие автоматически пуск, торможение и реверсирование электродвигателей?.
34. Чтобы предупредить выход из строя электродвигателя по причине превышения силы тока в обмотках необходимо?
35. Нагрузочной диаграммой двигателя или рабочей машины называют следующую зависимость?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену
Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Ток возбуждения генератора -это ток...	<ol style="list-style-type: none"> 1. в статоре генератора. 2. в роторе генератора. 3. в демпферных контурах генератора. 4. в нейтрале генератора.
2.	Системами возбуждения синхронных генераторов называются устройства обеспечивающие питание обмотки ротора...	<ol style="list-style-type: none"> 1. переменным током. 2. импульсным током. 3. постоянным или выпрямленным током. 4. высокочастотным током
3.	Реактивная мощность, выдаваемая (потребляемая) турбогенератором, определяется по выражению:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Q_r = \frac{E_q U_c}{x_{d\Sigma}} \cos \delta + \frac{U_c^2}{x_{d\Sigma}}$. 2. $Q_r = \frac{U_c^2}{x_{d\Sigma}} - \frac{E_q U_c}{2x_{d\Sigma}} \cos \delta$. 3. $Q_r = \frac{E_d U_c}{x_{d\Sigma}} \cos \delta - \frac{U_c^2}{x_{d\Sigma}}$. 4. $Q_r = \frac{E_q U_c}{x_{d\Sigma}} \sin \delta - \frac{U_c^2}{x_{d\Sigma}}$.
4.	Согласно ПУЭ самосинхронизация для турбогенераторов допустима, если бросок начального тока генератора не превышает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $I' \leq 2 I_{\text{НОМ}}$. 2. $I' \leq 2,5 I_{\text{НОМ}}$. 3. $I' \leq 2,8 I_{\text{НОМ}}$. 4. $I' \leq 3,5 I_{\text{НОМ}}$.
5.	При косвенном охлаждении генератора...	<ol style="list-style-type: none"> 1. охладитель подается в зазор между статором и ротором. 2. охладитель подается в проводники обмоток генератора. 3. охладителем обдувается наружная поверхность статора. 4. охладителем является окружающий воздух.
6.	С какой целью заземляются вторичные обмотки ТТ и ТН...	<ol style="list-style-type: none"> 1. для повышения точности измерений тока и напряжения. 2. для защиты ТТ и ТН от перенапряжений. 3. для безопасности обслуживания персоналом. 4. для контроля замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.


7.	Коэффициент выгодности автотрансформатора определяется следующим выражением...	<p>1. $K_{\text{ВЫГ}} = 1 - \frac{U_{\text{СР}}}{U_{\text{ВЫС}}}$.</p> <p>2. $K_{\text{ВЫГ}} = 1 + \frac{U_{\text{СР}}}{U_{\text{ВЫС}}}$.</p> <p>3. $K_{\text{ВЫГ}} = \frac{U_{\text{СР}}}{U_{\text{ВЫС}}} + 1$.</p> <p>4. $K_{\text{ВЫГ}} = \frac{U_{\text{СР}}}{U_{\text{ВЫС}}} - 1$.</p>
8.	При увеличении активной мощности генератора и постоянстве тока возбуждения...	<p>1. угол δ и реактивная мощность генератора увеличиваются.</p> <p>2. угол δ и реактивная мощность генератора уменьшаются.</p> <p>3. угол δ увеличивается, а реактивная мощность уменьшается.</p> <p>4. угол δ остается постоянным, а реактивная мощность генератора увеличивается.</p>
9.	Номинальный ток статора турбогенератора определяется по формуле:	<p>1. $I_{\text{НОМ}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}}}$.</p> <p>2. $I_{\text{НОМ}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}}\sqrt{2}}$.</p> <p>3. $I_{\text{НОМ}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{\cos \varphi U_{\text{НОМ}}\sqrt{3}}$.</p> <p>4. $I_{\text{НОМ}} = \frac{S_{\text{НОМ}}}{U_{\text{НОМ}}\sqrt{3}}$.</p>
10.	Согласно ГОСТ турбогенераторы должны иметь кратность форсировки...	<p>1. 3.</p> <p>2. 1,5.</p> <p>3. 2.</p> <p>4. 2,8.</p>
11.	Мощность источника возбуждения синхронного генератора обычно составляет...	<p>1. 2...10% от мощности генератора.</p> <p>2. 5...15% от мощности генератора.</p> <p>3. 0,1...0,3 от мощности генератора.</p> <p>4. 0,3...1,0% от мощности генератора.</p>
12.	Режим, при котором кратковременные периоды неизменной номинальной нагрузки чередуются с периодами холостого хода машины, называется	<p>1. продолжительный</p> <p>2. кратковременный</p> <p>3. повторно-кратковременный</p> <p>4. повторно-кратковременный с частыми пусками</p>
13.	По характеру технологического процесса механизмы, рабочий процесс которых состоит из повторяющихся однотипных циклов, называются:	<p>1. механизмы центробежного типа</p> <p>2. механизмы циклического действия</p> <p>3. механизмы конвейерного типа</p> <p>4. механизмы поточно-транспортной системы</p>
14.	Зависимость статического момента сопротивления от скорости	<p>1. нагрузочная характеристика</p> <p>2. механическая характеристика</p>

	движения – это:	3. электромеханическая характеристика 4. инерционная характеристика
15.	Сколько существует рабочих режимов электродвигателей	1. пять 2. шесть 3. семь 4. восемь
16.	Какие из перечисленных типов двигателей не применяются в электроприводах	1. асинхронные 2. синхронные 3. вентильные, шаговые 4. все перечисленные применяются
17.	Каким способом можно запустить асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором:	1. реакторный пуск 2. автотрансформаторный пуск 3. переключением статора «звезда – треугольник» 4. пункты 1 и 2 5. всеми перечисленными способами
18.	Что из перечисленного относится к способам регулирования частоты вращения синхронных двигателей:	1. введение дополнительного сопротивления в цепь индуктора 2. изменение частоты питающего напряжения 3. изменение подводимого напряжения 4. все перечисленное
19.	Какие из перечисленных механизмов имеют циклический характер рабочего процесса:	1. подъемные краны 2. компрессоры 3. многокабинные подъемники 4. манипуляторы 5. пункты 1 и 4
20.	Какой из перечисленных способов регулирования частоты вращения ротора не применим для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	1. изменение частоты тока 2. изменение числа пар полюсов 3. изменение напряжения 4. введение дополнительного активного сопротивления в цепь обмотки ротора 5. пункты 1 и 4

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какой механической характеристике двигателя по величине жесткости соответствует следующее условие: при значительном изменении скорости момент изменяется незначительно:	1. абсолютно жесткая характеристика 2. жесткая характеристика 3. мягкая характеристика 4. особо мягкая характеристика
2.	Что из перечисленного не относится к достоинствам синхронного двигателя по сравнению с асинхронным	1. высокий $\cos \phi$ 2. высокий к.п.д. 3. возможность изготовления на большие мощности

		4. простота пуска в ход
3.	Что характеризует максимальный (критический) момент двигателя	<ol style="list-style-type: none"> 1. способность двигателя работать на больших скоростях 2. перегрузочную способность двигателя 3. способность двигателя максимально долго работать 4. все перечисленное
4.	Какие из перечисленных механизмов имеют циклический характер рабочего процесса:	<ol style="list-style-type: none"> 1. компрессоры 2. одноковшовые экскаваторы 3. эскалаторы 4. воздуходувки
5.	Какой из перечисленных способов регулирования частоты вращения ротора не применим для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменение числа пар полюсов 2. изменение напряжения 3. введение дополнительной э.д.с. в цепь обмотки ротора 4. правильный ответ не указан
6.	Что из перечисленного не относится к достоинствам синхронного двигателя по сравнению с асинхронным	<ol style="list-style-type: none"> 1. высокий к.п.д. 2. возможность изготовления на большие мощности 3. большие возможности регулирования скорости вращения 4. малая чувствительность к колебаниям напряжения
7.	Изменение момента от внутреннего угла сдвига синхронного двигателя между э.д.с. и напряжением – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. угловая характеристика 2. моментная характеристика 3. нагрузочная характеристика 4. инерционная характеристика
8.	Каким способом возможен пуск асинхронного двигателя с фазным ротором:	<ol style="list-style-type: none"> 1. пусковым реостатом в цепи ротора 2. автотрансформаторный пуск 3. переключением «звезда – треугольник» 4. всеми перечисленными способами
9.	Зависимость скорости движения исполнительного органа рабочей машины от времени – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. нагрузочная диаграмма 2. инерционная характеристика 3. тахограмма 4. электромеханическая характеристика
10.	Режим, при неизменной постоянной нагрузке, продолжающийся столько времени, что превышение температур всех частей машины достигают своего установившегося значения, называется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. продолжительный 2. кратковременный 3. повторно-кратковременный 4. перемежающийся

11.	При номинальных параметрах электродвигателя снимается механическая характеристика	<ol style="list-style-type: none"> 1. искусственная 2. натуральная 3. номинальная 4. нулевая
12.	Положительным направлением движения нереверсивного электропривода является направление	<ol style="list-style-type: none"> 1. соответствующее подъему груза 2. соответствующее опусканию груза 3. рабочее направление 4. соответствующее правилу правой руки
13.	При установившемся состоянии электропривода	<ol style="list-style-type: none"> 1. $M_{дин} = var$ 2. $M_{дин} = const$ 3. $M_{дин} = 0$ 4. $M_{дин} > 0$
14.	Какое высказывание соответствует регулированию частоты вращения электродвигателя с помощью уменьшения подаваемого напряжения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. при неизменной частоте идеального холостого хода характеристики становятся более мягкими 2. частоты идеального холостого хода уменьшается, а жесткость характеристик остается постоянной 3. изменяется и частота идеального холостого хода, и жесткость характеристик 4. нет верного варианта
15.	Какое из уравнений описывает двигательный режим работы ДПТ параллельно возбуждения	<ol style="list-style-type: none"> 1. $E = -I_a R_a$ 2. $-E = U - I_a R_a$ 3. $E = U + I_a R_a$ 4. $E = U - I_a R_a$
16.	Какому режиму соответствует данная механическая характеристика 	<ol style="list-style-type: none"> 1. двигательному 2. динамического торможения 3. рекуперативного 4. торможения противовключения
17.	Какое соотношение параметров характеризует работу синхронного двигателя в двигательном режиме?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\theta > 0; M > 0$ 2. $\theta < 0; M < 0$ 3. $\theta = 0; M = 0$ 4. $\theta = 1; M > 0$
18.	По какой формуле можно определить синхронную скорость асинхронного двигателя?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $n = \frac{30\omega}{2\pi}$ 2. $n = \frac{60f}{P}$

		<p>3. $v = \frac{s}{t}$</p> <p>4. $c = \frac{E}{m}$</p>
19.	Статистическими называются механические характеристики, которые снимают	<p>1. в установившемся режиме</p> <p>2. в состоянии покоя</p> <p>3. при равноускоренном движении</p> <p>4. при равнозамедленном движении</p>
20.	Какое уравнение описывает регулирование скорости якоря ДПТ изменением магнитного потока?	<p>1. $n = \frac{U}{c\Phi} - \frac{R_{я}}{c^2\Phi^2} \cdot M$</p> <p>2. $n = \frac{U \pm \Delta U}{c \cdot (\Phi + \Delta\Phi)} - \frac{R_{я}}{c^2 \cdot \Phi^2} \cdot M$</p> <p>3. в)</p> $n = \frac{U}{c \cdot (\Phi + \Delta\Phi)} - \frac{R_{я}}{c^2 \cdot (\Phi + \Delta\Phi)^2} \cdot M$ <p>4. $n = \frac{U}{c \cdot \Phi} - \frac{R_{я} + R_{доб}}{c^2 \cdot \Phi^2} \cdot M$</p>

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Механическая характеристика электродвигателя – это зависимость	<p>а) $I=f(M)$</p> <p>б) $\omega=f(n)$</p> <p>в) $M=f(\omega)$</p> <p>г) $\omega=f(M)$</p>
2.	Какое из уравнений описывает установившееся состояние электропривода?	<p>а) $M_{дв} + M_{ст} = M_{дин}$</p> <p>б) $M_{дв} + M_{ст} = 0$</p> <p>в) $M_{дв} + M_{ст} = J \frac{d\omega}{dt}$</p> <p>д) $M_{ст} = \text{const}$</p>
3.	Статистическими называются механические характеристики, которые снимают	<p>а) в установившемся режиме</p> <p>б) в состоянии покоя</p> <p>в) при равноускоренном движении</p> <p>г) при равнозамедленном движении</p>
4.	Какое уравнение описывает регулирование скорости якоря ДПТ изменением магнитного потока?	<p>а) $n = \frac{U}{c\Phi} - \frac{R_{я}}{c^2\Phi^2} \cdot M$</p> <p>б) $n = \frac{U \pm \Delta U}{c \cdot (\Phi + \Delta\Phi)} - \frac{R_{я}}{c^2 \cdot \Phi^2} \cdot M$</p> <p>в)</p> $n = \frac{U}{c \cdot (\Phi + \Delta\Phi)} - \frac{R_{я}}{c^2 \cdot (\Phi + \Delta\Phi)^2} \cdot M$ <p>г) $n = \frac{U}{c \cdot \Phi} - \frac{R_{я} + R_{доб}}{c^2 \cdot \Phi^2} \cdot M$</p>
5.	Какое из уравнений описывает работу ДПТ параллельного возбуждения в режиме противключения?	<p>а) $E = U - I_{я}R_{я}$</p> <p>б) $E = U + I_{я}R_{я}$</p> <p>в) $E = - I_{я}R_{я}$</p>

		$E = I_a R_{\Sigma}$
6.	Какой из тормозных режимов недопустим для ДПТ последовательного возбуждения?	а) рекуперативный б) противовключения в) свободного выбега г) механического торможения д) динамического торможения
7.	Какое соотношение параметров характеризует работу синхронного двигателя при отсутствии нагрузки?	а) $\theta > 0$; $M > 0$ б) $\theta < 0$; $M < 0$ в) $\theta = 0$; $M = 0$ г) $\theta = 1$; $M > 0$ д) $\theta = 360^\circ$ град.
8.	В каких тормозных режимах может работать двигатель последовательного возбуждения?:	1. при динамическом торможении и торможении с отдачей энергии в сеть; 2. при торможении с отдачей энергии в сеть и торможении противовключением; 3. при торможении противовключением и динамическом торможении. 4. нет верного варианта
9.	У двигателей с фазным ротором...:	1. начальный пусковой момент увеличивается по мере возрастания до известных пределов сопротивления резистора, а пусковой ток при увеличении сопротивления уменьшается; 2. начальный пусковой момент уменьшается по мере возрастания до известных пределов сопротивления резистора, а пусковой ток при увеличении сопротивления увеличивается; 3. начальный пусковой момент увеличивается по мере возрастания до известных пределов сопротивления резистора, а пусковой ток при увеличении сопротивления увеличивается. 4. нет верного варианта
10.	Динамическое торможение асинхронного двигателя возможно:	1. при скорости выше синхронной; 2. при движущем моменте нагрузки; 3. при включении обмотки статора на сеть постоянного тока. 4. нет верного варианта
11.	При каких условиях асинхронный двигатель в режиме динамического торможения оказывается с сильно насыщенной	1. при малых угловых скоростях ротора и большом эквивалентном токе; 2. при больших угловых скоростях и

	магнитной системой.	<p>большом эквивалентном токе;</p> <p>3. при малых угловых скоростях и малом эквивалентном токе.</p> <p>4. нет верного варианта</p>
12.	Какое торможение чаще всего применяют на практике, когда требуется осуществить перемену направления вращения?	<p>1. динамическое торможение;</p> <p>2. торможение противовключением;</p> <p>3. торможение с отдачей энергии в сеть.</p> <p>4. нет верного варианта</p>
13.	При каком значении R_n напряжение, подводимое к якорю, не зависит от сопротивления шунтирующего резистора и остается неизменным при изменении тока якоря	<p>1. $R_n = \infty$</p> <p>2. $R_n = 0$</p> <p>3. $R_n = 1$</p> <p>4. нет верного варианта</p>
14.	Крутизна характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения при неизменном сопротивлении шунтирующего резистора зависит	<p>1. только от сопротивлений шунтирующего резистора</p> <p>2. не зависит от сопротивлений шунтирующего резистора</p> <p>3. зависит от многих факторов</p> <p>4. нет верного варианта</p>
15.	При каком значении угловой скорости ток не проходит через шунтирующий резистор	<p>1. равное нулю</p> <p>2. больше нуля</p> <p>3. меньше нуля</p> <p>4. нет верного варианта</p>
16.	Какой способ регулирования применяется для того, чтобы расширить пределы регулирования за счет увеличения угловой скорости выше основной при нагрузке двигателя номинальным током	<p>1. изменением сопротивления резисторов в цепи якоря</p> <p>2. изменением тока возбуждения</p> <p>3. изменением подводимого напряжения</p> <p>4. нет верного варианта</p>
17.	Диапазон регулирования угловой скорости изменением сопротивления резисторов в цепи якоря не превышает	<p>1. (2-2.5):1</p> <p>2. (3-3.5):1</p> <p>3. (4-4.5):1</p> <p>4. нет верного варианта</p>
18.	Какое регулирование может быть осуществлено с помощью отдельного генератора, тиристорного преобразователя либо последовательно-параллельным включением двигателей	<p>1. изменением сопротивления резисторов в цепи якоря</p> <p>2. изменением тока возбуждения</p> <p>3. изменением подводимого напряжения</p> <p>4. нет верного варианта</p>
19.	При каком включении двигателей можно получить две ступени угловой скорости благодаря изменению напряжения, подводимого к каждому из двигателей	<p>1. изменением сопротивления резисторов в цепи якоря</p> <p>2. изменением тока возбуждения</p> <p>3. изменением подводимого напряжения</p> <p>4. нет верного варианта</p>

20.	Сколько двигателей применяют при необходимости сократить время пуска и торможения	1. 1 2. 2 3. 3 4. нет верного варианта

промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) в письменной форме

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных 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
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, порядке проведения промежуточной

аттестации.

Для организации и контроля учебной работы студентов используется метод ежемесячной аттестации обучающегося по итогам выполнения текущих аудиторных и самостоятельных (внеаудиторных) работ. Форма промежуточной аттестации: дифф. зачет.

7.1. Основная литература

1. Муромцев Ю. Л., Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. и др. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств. Учебное пособие для ВУЗов. М., Изд. Ака-демия, 2010 г., 384 с.

2. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для ВУЗов. М., Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009 г., 430 с.

3. Малюх В. Н. Введение в современные САПР. Курс лекций. М., Изд. ДМК Пресс, 2010г., 192 с.

4. Кондаков А.И. САПР технологических процессов. М., Изд. Академия, 2008 г., 272 с.

5. Гольдберг О.Д., Свириденко И.С. Инженерное проектирование и САПР электрических машин. М., Изд. Академия, 2008 г., 560 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Маларев В.И. Проектирование и расчет систем автоматики. Учебное пособие. СПб, Изд. СПГГИ, 2003 г. 88 с.

2. Маларев В.И. Системы автоматизированного проектирования. Учебное пособие. СПб, Изд. СПГГИ, 2000 г. 52 с.

3. Боровков А.И., Бурдаков С.Ф., Клявин О.И. и др. Компьютерный инжиниринг. Учебное пособие. СПб., Изд. СПГУ, 2012 г. 93 с.

7.3. 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, 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/cgi-bin/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 «Рукопонт»».
<http://rucont.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями : Методические указания для самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: В.С. Добуш. СПб, 2017. 48 с.

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 оснащены оборудованием и лабораторными измерительными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Электропривод с шаговыми и вентильными двигателями».

Мебель лабораторная:

Стол лабораторный – 6 шт., шкаф лабораторный – 2 шт., доска напольная мобильная – 1 шт., компьютерное кресло – 18 шт., плакат – 3 шт.,

Оборудование и приборы:

мультиметр 2000/E – 1 шт., осциллограф цифровой АКС-2065 – 1 шт., генератор низкой частоты АНР-1002 – 1 шт., комплект тип. учебного оборуд. «Электротехнические материалы» ЭТМ-НК (без ПК) – 1 шт., комплект тип. учебного оборуд. «Электротехнические материалы» ЭТМ-СК (без ПК) – 1 шт., комплект тип. учеб. оборуд. «Трехфазный синхронный генератор 5 кВт» ТСГ-5-СК – 1 шт., комплект тип. учеб. оборуд. «Электрические машины 1,5 кВт» ЭМ-1,5-СК – 1 шт., осциллограф промышленный Fluke 125B/S – 1 шт., преобразователь тока АРРА 30Т – 15 шт., преобразователь частоты ACS880 – 2 шт., двигатель со встроенным тормозом и энкодером 3GAR092452-ASE – 2 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:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), 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 (обслуживание до 2020 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года)

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: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

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 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года)

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 (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

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