

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФИО: Рукович Александр Владимирович  
 Должность: Директор  
 Дата подписания: 02.12.2021 15:48:23  
 Уникальный программный ключ: f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afddaaffb705f

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
 Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри  
 Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.04 Электрический привод**  
 для программы бакалавриата  
 по направлению подготовки:

13.03.02.Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электрооборудование и электрохозяйство предприятий организаций и учреждений

Форма обучения: очная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: [kamilshabo@rambler.ru](mailto:kamilshabo@rambler.ru)

<p>РЕКОМЕНДОВАНО          Представитель кафедры «ЭПиАПП» _____ / Н.В. Дик /          Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____ / А.В. Рукович /          протокол № _____ от « 18 » 05 2021 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО          Представитель кафедры «ЭПиАПП» _____ / Н.В. Дик /          Заведующий кафедрой «ЭПиАПП» _____ / А.В. Рукович /          протокол № _____ от « 18 » 05 2021 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО          Нормоконтроль в составе ОПОП пройден          Специалист УМО _____ / С.Р. Санникова          « 21 » августа 2021 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП          Председатель УМС _____ / Л.А. Яковлева          протокол УМС № _____ от « 30 » августа 2021 г.</p>		<p>Зав. библиотекой          _____ / Н.С. Булгатова          « 30 » 08 2021 г.</p>



**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.04 Электрический привод**  
Трудоемкость 4 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

Основной целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современному электрическому приводу, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

В курсе изучаются вопросы применения электродвигателей в промышленности, способы приспособления рабочих свойств электродвигателя к требованиям рабочих органов технологических объектов, современные системы электроприводов и их статические, энергетические и динамические характеристики, а также приобретаются навыки расчета, проектирования, наладки и исследования этих систем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создать у студентов правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода.

2. Научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы и выборе двигателя и проверке его по нагреву.

3. Научить студентов самостоятельно проводить элементарные лабораторные исследования электрических приводов.

*Краткое содержание:*

История развития электропривода, механика электропривода, электропривод постоянного и переменного электропривода, синхронные электропривода, разные системы регулирования.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-1.1; Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса ПК-1.2; Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности ПК-1.3; Владеет методами обеспечения требуемых режимов и параметров технологического процесса по заданной методике ПК-1.4; Демонстрирует знания устройства и назначения различных типов оборудования (подвесной, натяжной изоляции, шинопроводов, молниезащиты, контуров заземляющих устройств), области их применения ПК-3.1	Знать: Основы теории электропривода при решении задач проектирования; математические модели и программные комплексы для численного анализа физических процессов в электроприводе; современные схемы управления электроприводами. Уметь: использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов. Владеть: Навыками формулирования, постановки задач, и расчетов установившихся и переходных процессов в электроприводах; расчета мощности электродвигателей для различных режимов работы; расчета энергетических показателей работы электропривода; навыками проведения лабораторных испытаний электрических приводов.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.04	Электрический привод	6	Б1.О.18 Теоритические основы электротехники. Б1.О.20 Электрические машины	Б1.В.ДВ.08.01 Эксплуатация электрооборудования Б2.В.03(П) Производственная эксплуатационная практика

**1.4. Язык преподавания:** русский.

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана (гр. БП-ЭО-20):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.04 Электрический привод	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	6	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	6	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	4 ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	144	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	67	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	26	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	13	-
- лабораторные работы	26	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	2	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	50	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	27	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
История развития электропривода. Назначение, функции, структура, классификация электроприводов.	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Механика электропривода.	13	4	-	1	-	4	-	-	-	-	4 (ЛР)
Электромеханические и механические свойства и характеристики электродвигателей постоянного тока (ДПТ).	54	8		4		8	-	-	-	-	4(ЛР) 30(РГР)
Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).	24	8		4		8	-	-	-	-	4(ЛР)
Электрические свойства и характеристики синхронного двигателя (СД)	14	2		2		4	-	-	-	2	4(ЛР)
Система генератор – двигатель (Г-Д).	10	2		2		2	-	-	-	-	4(ЛР)
<b>Экзамен</b>	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
<b>Всего часов за семестр</b>	<b>144</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>50 (27)</b>

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, РГР – выполнение расчетно-графической работы.

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

**Тема 1.** Введение. История развития электропривода. Назначение, функции, структурная схема электропривода, классификация электроприводов.

**Тема 2.** Механика электропривода.

Уравнение равновесия электроприводов; расчет усилий и моментов; момент инерции системы электропривода; расчет момента инерции, для нестандартных систем.

**Тема 3.** Электромеханические и механические свойства и характеристики электродвигателей постоянного тока.

Электромеханические и механические характеристики ДПТ с независимым возбуждением, ДПТ с параллельным возбуждением, со смешанным возбуждением.

**Тема 4.** Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).

Электромеханические и механические характеристики АД с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором.

**Тема 5.** Электрические свойства и характеристики синхронного двигателя (СД).

Принцип работы синхронного двигателя; электромеханические характеристики синхронных двигателей.

**Тема 6.** Система генератор – двигатель (Г-Д).

Структурная схема системы генератор-двигатель; принцип работы системы; система Г-Д как способ регулирования скорости электроприводов постоянного тока.

#### **4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине**

##### **Содержание СРС**

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Механика электропривода.	Выполнение ЛР	4	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
2	Электромеханические и механические свойства и характеристики электро-двигателей постоянного тока (ДПТ).	Выполнение ЛР Выполнение РГР	4 30	Анализ теоретического материала, выполнение РГР (внеауд.СРС)
3	Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).	Выполнение ЛР	4	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
4	Электрические свойства и характеристики синхронного двигателя (СД)	Выполнение ЛР	4	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
5	Система генератор – двигатель (Г-Д).	Выполнение ЛР	4	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
	Всего часов		50	

#### **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии: опережающая самостоятельная работа; методы ИТ (Internet-ресурсов); междисциплинарное обучение; проблемное обучение; обучение на основе опыта; исследовательский метод.

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
<p>Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-1.1; Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса ПК-1.2; Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности ПК-1.3; Владеет методами обеспечения требуемых режимов и параметров технологического процесса по заданной методике ПК-1.4; Демонстрирует знания устройства и назначения различных типов оборудования (подвесной, натяжной изоляции, шинопроводов, молниезащиты, контуров заземляющих устройств), области их применения ПК-3.1</p>	<p>Знать: Основы теории электропривода при решении задач проектирования; математические модели и программн-ые комплексы для численного анализа физических процессов в электроприводе; современные схемы управления электроприводами. Уметь: использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов. Владеть: Навыками формулирования, постановки задач, и расчетов установившихся и переходных процессов в электроприводах; расчета мощности электродвигателей для различных режимов работы; расчета энергетических показателей работы электропривода; навыками проведения лабораторных испытаний электрических приводов.</p>	Высокий	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.</p>	отлично
		Базовый	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки.</p>	хорошо
		Минимальный	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.</p>	удовлетворительно
		Не освоены	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют</p>	неудовлетворительно

			фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа	
--	--	--	---	--

## 6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

<b>Характеристики процедуры</b>	
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1.
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	<a href="#">Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.</a>
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Летняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме. Учитываются набранные баллы в течение семестра.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 55 баллов минимум, чтобы получить экзамен.

## 6.3. Балльно-рейтинговая система

### *Распределение времени на СРС и баллов при контроле успеваемости*

№	Испытания / формы СРС	Время на подготовку / выполнение, час.	Баллы	Примечание
<b>6 семестр</b>				
1	Расчетно-графическая работа	30	25	Защита РГР
2	Тестирование	4	15	ЗАСТ тестов
3	Подготовка и выполнение лабораторных работ.	12	15	3 лабораторных работ
4	Выполнение практических работ	4	15	практические задания
5	Экзамен	27	30	50 вопросов

- максимальное количество баллов за текущую работу в течение семестра – 70,
- максимальное количество баллов за экзамен – 30,
- минимальное число баллов для допуска к экзамену – 45.

Количество баллов рубежных аттестаций (контрольных точек) и любая форма промежуточной проверки знаний и умений суммируются и оцениваются. Оценки выставляются в соответствии с табл. 4 и 5.

Общая сумма баллов	Автоматическая оценка	Итоговая оценка
55 – 100	Зачтено (E – A)	Зачтено
≤ 54,9	Не зачтено (F – FX)	Не зачтено

Автоматическая оценка	Баллы за экзамен	Общая сумма баллов	Итоговая оценка по европейской системе	Итоговая оценка
Отлично, A	0 – 27	95 - 100	Превосходно	5
Отлично, B	0 – 27	85 – 94,9	Отлично	
Хорошо, C	0 – 27	75 – 84,9	Очень хорошо	4
Хорошо, D	0 – 27	65 – 74,9	Хорошо	4
Удовлетворительно, E	0 – 27	55 – 64,9	Удовлетворительно	3
Неудовлетворительно, FX	-	25 – 54,9	Неудовлетворительно с возможной пересдачей	2
Неудовлетворительно, F	-	0 – 24,9	Неудовлетворительно с повторным изучением дисциплины	2

### Темы тестов:

Тест №1. Двигатели постоянного тока.

Тест №2 Двигатели переменного тока.

Тест №3 Регулирование скорости. Переходные процессы.

## 6.3 Образец тестовых заданий Примеры тестовых заданий

Отметьте правильный ответ

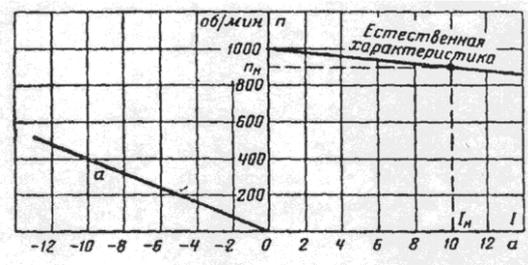
- Уравнение равновесия напряжения на зажимах якоря двигателя в режиме холостого хода имеет вид
  - $U=E$
  - $U=IR$
  - $E=IR$
  - $U= -IR+E$
- Выражение ЭДС вращения ДПТНВ имеет вид
  - 
  - $EI$
  - 
  - $k\Phi I$
- Уравнение равновесия напряжения на зажимах якоря двигателя в режиме рекуперативного торможения имеет вид
  - $U=E$
  - $U=IR$
  - $E=IR$
  - $U= -IR+E$
- Жесткость механической характеристики двигателя независимого возбуждения при уменьшении входного напряжения якорной цепи
  - уменьшится
  - возрастет
  - останется неизменной
- При работе на характеристике а
  - $R_p > R_{я}$
  - $R_p < R_{я}$
  - $R_p = R_{я}$
  - $R_p \leq R_{я}$
- Уравнение механической характеристики ДПТНВ имеет выражение
  - $M(R+R1)/ k2\Phi2$

- $(U/k\Phi) - (MR/k^2\Phi^2)$
  - $(U/k\Phi) - (IR/k\Phi)$
  - $MR/k^2\Phi^2$
7. Выражение тока короткого замыкания двигателя постоянного тока имеет вид
- - $EI$
  - $U/R$
  - $k\Phi I$
8. Пусковые сопротивления составляют
- $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}$
  - $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=2 \text{ Ом}$
  - $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}$
  - $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=1 \text{ Ом}$
9. Выражение уравнение электромеханической характеристики ДПТНВ имеет вид
- $M(R+R_1)/k^2\Phi^2$
  - $(U/k\Phi) - (MR/k^2\Phi^2)$
  - $(U/k\Phi) - (IR/k\Phi)$
  - $MR/k^2\Phi^2$

## ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Задание на соответствие

1. Регулирование числа пар полюсов магнитного поля асинхронного двигателя называется...
  - параметрическое
  - амплитудное
  - импульсное
2. Регулирование изменением частоты питающего асинхронный двигатель напряжения относится к способу называемому
  - параметрическое
  - амплитудное
  - импульсное
3. Уравнение равновесия напряжения на зажимах якоря двигателя в режиме холостого хода имеет вид
  - $U=E$
  - $U=IR$
  - $E=IR$
  - $U= -IR+E$
4. Выражение ЭДС вращения ДПТ<sub>НВ</sub> имеет вид
  - $\mathbf{M \cdot \omega}$
  - $EI$
  - $\mathbf{k \cdot \Phi \cdot \omega}$
  - $k\Phi I$
5. Уравнение равновесия напряжения на зажимах якоря двигателя в режиме рекуперативного торможения имеет вид
  - $U=E$
  - $U=IR$
  - $E=IR$
  - $U= -IR+E$
6. Жесткость механической характеристики двигателя независимого возбуждения при уменьшении входного напряжения якорной цепи
  - уменьшится
  - возрастет
  - останется неизменной
7. При работе на характеристике  $a$



- $R_p > R_{я}$
- $R_p < R_{я}$
- $R_p = R_{я}$
- $R_p \leq R_{я}$

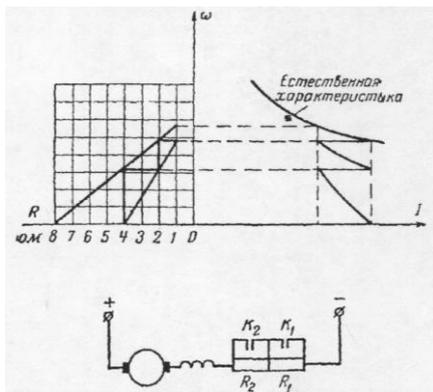
8. Уравнение механической характеристики ДПТ<sub>НВ</sub> имеет выражение

- $M(R+R_1) / k^2\Phi^2$
- $(U/k\Phi) - (MR/k^2\Phi^2)$
- $(U/k\Phi) - (IR/k\Phi)$
- $MR / k^2\Phi^2$

9. Выражение механической мощности имеет вид

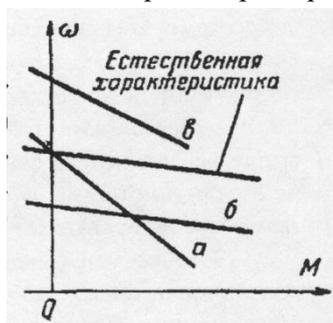
- $M \cdot \omega$
- $E I$
- $k \cdot \Phi \cdot \omega$
- $k\Phi I$

10. Пусковые сопротивления составляют



- $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}$
- $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=2 \text{ Ом}$
- $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}$
- $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=1 \text{ Ом}$

11. Соответствие между способом регулирования скорости двигателя изменением напряжения, приложенного к якорю и характеристикой двигателя постоянного тока независимого возбуждения



- а
- б
- в

### МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

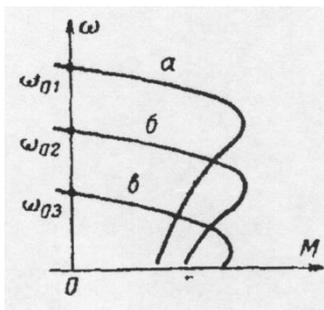
Отметьте правильный ответ

1. При регулировании скорости изменением числа пар полюсов двухскоростного асинхронного двигателя из приведенных соотношений синхронных скоростей можно получить

- $\omega'_0 = 0,90\omega_0$
- $\omega'_0 = 0,5\omega_0$

$\omega'_0 = 0,3\omega_0$

2. Соответствие между наибольшей частотой питающей сети при регулировании скорости короткозамкнутого асинхронного двигателя и характеристикой



а

б

в

3. Критическое скольжение асинхронного двигателя

- не зависит от напряжения питания
- пропорционально напряжению питания
- пропорционально квадрату напряжения питания

4. При увеличении частоты питающего напряжения частота вращения магнитного поля статора

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

5. Для увеличения максимального момента асинхронной машины в режиме пуска необходимо

- уменьшить сопротивление роторной цепи
- увеличить сопротивление роторной цепи
- уменьшить постоянный ток в цепи статора
- увеличить постоянный ток в цепи статора

6. Критический момент асинхронного двигателя при введении сопротивления в цепь ротора

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

7. При уменьшении напряжения подводимого в цепь статора критический момент асинхронного двигателя

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

8. При уменьшении числа пар полюсов частота вращения магнитного поля статора

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

9. При частотном управлении жесткость механических характеристик асинхронного двигателя

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

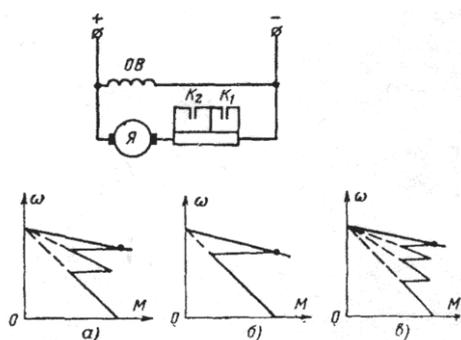
10. При увеличении числа пар полюсов жесткость механических характеристик асинхронного двигателя

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

## ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Задание на соответствие

1. Соответствие между приведенной схемой и пусковой диаграммой



- а
- б
- в

2. Число значений регулируемого параметра, реализуемом в заданном диапазоне называется

- точность регулирования
- плавность регулирования
- экономичность регулирования
- диапазон регулирования

3. Возможный при заданном способе предел изменения координаты называется

- точность регулирования
- плавность регулирования
- экономичность регулирования
- диапазон регулирования

4. Реостатное регулирование относится к способу регулирования координат называемому

- параметрическое
- амплитудное
- импульсное

5. Принцип регулирования по отклонению используется в системах

- замкнутых
- комбинированных
- разомкнутых

### Шкала оценивания:

Процент выполненных тестовых заданий	Количество набранных баллов
91% - 100%	5
81% - 90%	4
71% - 80%	3
61% - 70%	2
51% - 60%	1
<50%	0

### Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Механика электропривода.	Исследование основных элементов системы электропривода.	2	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
2	Электромеханические и механические свойства и	Исследование характеристик ДПТ с	4	Оформление работы в соответствии с методи-

	характеристики электро-двигателей постоянного тока (ДПТ).	НВ.		ческими указаниями по выполнению лабораторных работ.
3	Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).	Исследование характеристик АД с ФР.	4	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
4	Электрические свойства и характеристики синхронного двигателя (СД)	Исследование характеристик СД. Защита ЛР.	3	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
	Всего часов		13	

### Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты посещают лекционные занятия, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторных занятиях является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение лабораторных работ. Самостоятельная работа студентов включает проработку методических рекомендаций и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение лабораторных работ. Основной формой проверки СРС является проведение лабораторных работ и письменное написание полученных результатов согласно методическим рекомендациям.

Содержание дисциплины, разработка лабораторных занятий с указанием основной и дополнительной литературы к каждому занятию, а также методические рекомендации к выполнению лабораторных заданий, образцы их выполнения представлены в Методических указаниях по курсу «Электрический привод». Методические указания стенда 2010 г. АУД.503.

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;
- правильность выполнения лабораторных работ;
- обоснованность и четкость изложения результатов.

Максимальный балл, который студент может набрать на лабораторном занятии, - 15 баллов.

### Лабораторные работы:

1. Исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.
2. Исследование системы генератора двигателя с асинхронным гонным двигателем.
3. Исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения одной лабораторной работы	Количество набранных баллов (1 ЛР)
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1	<i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы</i> подразумевающий, что теоретический материал, изложен в объеме, необходимом для выполнения лабораторной работы; сформулированы цели и задачи, требующие решения в ходе выполнения лабораторной работы; приведены необходимые схемы, формулы и соотношения, решены предложенные задачи; обозначена последовательность выполнения лабораторной работы, с соблюдением правил техники безопасности. <i>Лабораторная работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все</i>	4,1-5 б.

	<p>опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы со знанием символики, понимания терминологии. <i>На дату защиты предоставлен отчет</i> по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области, логично и грамотно изложены умозаключения и выводы.</p>	
	<p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. На дату защиты (или в срок не позднее 3 дней от даты защиты) предоставлен отчет</i> по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены неточности, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</p>	3,1-4 б.
	<p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, соблюдены требования правил техники безопасности. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. Отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования, предоставлен не в срок. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены ошибки, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</i></p>	2,1-3 б.
	<p>При получении допуска к выполнению лабораторной работы ответы выявили незнание студентом определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенным на практических занятиях, т.е. уровень знаний не позволяет ему провести опыт, необходимые расчеты, или использовать полученные данные для формулировки выводов. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа</p>	0 б.

### Темы практических занятий:

1. Механика электропривода. Приведение статических моментов и моментов инерции к валу двигателя. Основное уравнение движения электропривода.
2. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ<sub>НВ</sub>). Расчет механических и электромеханических характеристик. Обеспечение работы двигателя в заданной точке  $M_{зад.}$ ,  $\omega_{зад.}$  двигательного и тормозного режимов.
3. Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТ<sub>ПВ</sub>). Расчет механических и электромеханических характеристик. Обеспечение работы двигателя в заданной точке  $M_{зад.}$ ,  $\omega_{зад.}$  двигательного и тормозного режимов.

4. Асинхронный двигатель (АД). Расчет механических и электромеханических характеристик. Обеспечение работы двигателя в заданной точке  $M_{зад.}$ ,  $\omega_{зад.}$  двигательного и тормозного режимов.
- 5.. Расчет механических и электромеханических характеристик АД при питании от источников тока.
6. Расчет переходных процессов в системе Г-Д.

Практические работы представляют собой решение практических задач по перечисленным темам. Варианты заданий выдаются преподавателем.

#### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практических заданий	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1	Верное решение всех задач практических работ.	15
	Неверное решение задач.	0

*\*В таблице приведено количество баллов, которое студент может набрать за выполнение всех практических работ в течение семестра.*

#### Комплект заданий для выполнения РГР

##### Расчетно-графическая работа (6 семестр).

В рамках курса предусмотрено выполнение расчетно-графической работы на тему:

«Разработка разомкнутой системы реверсивного электропривода производственного механизма по системе «генератор-двигатель» с асинхронным гонным двигателем».

**Задание 1:** Приведение статических сил и моментов к валу барабана;

**Задание 2:** Предварительный расчет мощности электродвигателя;

**Задание 3:** Определение передаточного числа и выбор редуктора;

**Задание 4:** Построение тахограммы и нагрузочных диаграмм;

**Задание 5:** Предварительная проверка двигателя по перегрузочной способности, мощности и производительности;

**Задание 6:** Расчет и построение статических характеристик электропривода;

**Задание 7:** Проверка двигателя по условиям нагрева с учетом переходных процессов;

**Задание 8:** Расчет и выбор пусковых резисторов приводного двигателя;

**Задание 9:** Расчет энергетических показателей электропривода;

**Задание 10:** Разработка принципиальной схемы электропривода, выбор элементов схемы и краткое описание работы схемы.

**Варианты для заданий 1-11:**

Таблица 1

Массо-габаритные и скоростные показатели транспортного средства

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Наименование														
Масса тележки $m_T$ , кг	900	400	300	700	500	600	900	1000	600	300	700	800	400	700
Масса груза $m_G$ , кг	5000	1500	1800	3400	1900	3100	4800	5350	2400	2000	3500	4050	1600	3200
Масса противовеса $m_{np}$ , кг	1900	800	1000	1300	1000	1200	1800	1850	1200	710	1180	1600	850	1400
Рабочая скорость тележки $v_{раб}$ , м/с	0,2	0,24	0,25	0,3	0,2	0,25	0,22	0,3	0,3	0,4	0,34	0,34	0,25	0,4
Ползучая скорость тележки $v_{полз}$ , м/с	0,01	0,015	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03
Допустимое ускорение тележки $a_{доп}$ , м/с <sup>2</sup>	0,05	0,05	0,9	0,8	0,05	0,07	0,55	0,6	0,75	1,0	0,76	0,68	0,055	0,8
Момент инерции барабана $J_б$ , кг·м <sup>2</sup>	9	7	6	8	7	8	9	10	9	6	8	9	7	8
Диаметр барабана $D_б$ , м	0,22	0,33	0,4	0,24	0,32	0,34	0,22	0,36	0,3	0,4	0,28	0,34	0,33	0,24
Угол наклона пути $\alpha$ , град.	25	30	20	30	28	35	33	30	30	32	28	34	33	37

Таблица 2

Показатели работы транспортного средства и транспортного пути

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Наименование														
Время загрузки $t_z$ , с	15	8	10	9	8	10	12	13	7	9	10	11	8	10
Время разгрузки $t_p$ , с	7	4	8	5	6	8	9	10	5	7	8	9	7	8
Длина пути движения между точками $A$ и $C$ $l$ , м	10	11	8	16	15	10	9	15	18	20	14	15	10	16
Длина пути разгона и движения груженой тележки с $v_{раб}$ $l''$ , м	9	10	7	15	14	9	8	13,5	17	18,5	12,5	13,5	9	14,5
Длина пути разгона и движения порожней тележки с $v_{раб}$ $l'''$ , м	9,5	10,5	7,5	15,5	14,2	9,2	8,2	14	17,2	19	13	14	9,2	15

### Общие положения и требования по выполнению работы

Выполнение РГР предусмотрено учебным планом подготовки и имеет следующие цели:

- а) закрепление и углубление теоретических знаний, полученных на предусмотренных учебным планом видах занятий;
- б) формирование умений самостоятельно решать задачи по расчету показателей объекта изучения дисциплины с обоснованием применяемых при этом теоретических положений и анализом полученных результатов;
- в) формирование инженерного мышления, необходимого для исследования существующих и перспективных систем электроэнергетики и электротехники.

### Критерии выставления оценок за выполнение и защиту РГР:

Компетенции	Характеристика выполнения и защиты РГР	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1	<ul style="list-style-type: none"><li>- работа сдана в срок,</li><li>- оформление соответствует требованиям ГОСТ ЕСКД,</li><li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,</li><li>- практическое задание решено правильно, с обоснованием применяемых теоретических положений и сопровождается необходимым анализом и интерпретацией полученных результатов;</li><li>- теоретическая взаимосвязь с практической частью освещена в полном объеме, глубоко, с использованием различных источников научно-технической информации.</li><li>- при защите указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, четко обосновывается выполненный расчет;</li><li>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений</li><li>- на вопросы даются полные исчерпывающие обоснованные ответы</li></ul>	21,1-25, «отлично»
	<ul style="list-style-type: none"><li>- работа сдана в срок,</li><li>- оформление соответствует требованиям ГОСТ ЕСКД,</li><li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,</li><li>- в практической части задания имеются отдельные недостатки, не влияющие на окончательный результат исследования;</li><li>- при освещении теоретической взаимосвязи с практической частью был использован только один источник научной информации, но вопрос освещен в целом правильно;</li><li>- четко обосновывается выполненный расчет;</li><li>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений</li><li>- на вопросы даются обоснованные ответы, допускаются незначительные недочеты</li></ul>	17,1-21, «хорошо»
	<ul style="list-style-type: none"><li>- работа сдана в срок,</li><li>- оформление соответствует требованиям,</li><li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал,</li><li>- практическое задание выполнено со значительными ошибками</li><li>- не в полном объеме освещена теоретическая взаимосвязь с практической частью, поверхностное обоснование без примеров и необходимых обобщений;</li><li>- при защите прослеживается не четкая последовательность, не совсем верно с затруднениями обосновывается выполненный расчет;</li><li>- допускаются неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя</li><li>- ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности</li><li>- в схемах допущены неточности</li></ul>	12,5-17, «удовлетворительно»

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оформление не соответствует требованиям,</li> <li>- список литературы содержит справочный материал,</li> <li>- неуверенность в применении справочной литературы,</li> <li>- не выполнены требования на оценку «удовлетворительно»</li> <li>- отсутствует выполнение большей части задания или неверность решения.</li> <li>- при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки,</li> <li>- не верно обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- изложение основных аспектов несвязно,</li> <li>- отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения,</li> <li>- структура расчетов не соответствует содержанию,</li> <li>- на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы,</li> <li>- в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно</li> <li>- ответы на наводящие вопросы не верные.</li> </ul>	<p>менее 15, «неудовлетворительно»</p>
--	--	--

*\*В таблице приведено количество баллов, которое студент может набрать за выполнение РГР в течение семестра.*

### **Программа экзамена**

Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса по всем разделам курса, направленных на оценку уровня знаний о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода, и 1 практическое задание на выполнение простейших расчетов по определению основных параметров и характеристик электроприводов.

#### *Перечень экзаменационных вопросов:*

1. Понятие «Электропривод». Назначение, функции, структура. Роль электропривода в развитии народного хозяйства. Классификация электроприводов.
2. Силы и моменты, действующие в электроприводе.
3. Приведение моментов сопротивления и маховых моментов.
4. Приведение сил и маховых моментов при поступательном движении к вращательному.
5. Уравнения движения электропривода при вращательном движении. Уравнения движения электропривода при поступательном движении.
6. Классификация рабочих машин по характеру изменения статического момента.
7. Момент инерции тела и методы его определения. Метод крутильных колебаний. Метод маятниковых колебаний. Метод падающего груза. Метод свободного выбега.
8. Выбор передаточного числа между двигателем и исполнительным механизмом.
9. Естественные электромеханическая и механическая характеристики ДПТ н.в. и различные формы ее записи.
10. Искусственные механические и электромеханические характеристики ДПТ н.в. при изменении питающего напряжения.
11. Искусственные механические и электромеханические характеристики ДПТ н.в. при изменении сопротивления цепи якоря.
12. Искусственные механические и электромеханические характеристики ДПТ н.в. при изменении потока возбуждения.
13. Тормозной режим ДПТ н.в. – рекуперативное торможение. Способы получения. Энергетическая диаграмма. Направление напряжения, ЭДС и тока.
14. Тормозной режим ДПТ н.в. – противовключением под действием активного момента. Способы получения. Энергетическая диаграмма. Направление напряжения, ЭДС и тока.
15. Тормозной режим ДПТ н.в. – при динамическом торможении. Способы получения. Энергетическая диаграмма. Направление напряжения, ЭДС и тока. Граничные энергетические режимы.
16. Естественные механические и электромеханические характеристики ДПТ п.в.

17. Построение естественных механических и электромеханических характеристик ДПТ п.в.
18. Построение искусственных механических и электромеханических характеристик ДПТ п.в.
19. Тормозной режим ДПТ п.в. – противовключением: под действием активного момента и смены полярности питающего напряжения.
20. Тормозной режим ДПТ н.в. – при динамическом торможении. Направление токов и ЭДС.
21. Естественные механические и электромеханические характеристики ДПТ с.в.
22. Тормозной режим ДПТ с.в. – рекуперативное торможение. Энергетическая диаграмма. Направление напряжения, ЭДС и тока.
23. Тормозной режим ДПТ с.в. – противовключением: под действием активного момента.
24. Тормозной режим ДПТ с.в. – при динамическом торможении. Направление напряжения, ЭДС и тока. Граничные энергетические режимы.
25. Асинхронный двигатель. Электромагнитные процессы.
26. Асинхронный двигатель. Схемы замещения.
27. Асинхронный двигатель. Механическая характеристика и ее параметры. Упрощенные соотношения.
28. Построение естественной механической характеристики АД.
29. Электромеханические характеристики АД.
30. Тормозные режимы АД – рекуперативного торможения.
31. Тормозные режимы АД – противовключением: под действием активного момента и изменения последовательности чередования фаз.
32. Тормозные режимы АД – при динамическом торможении с независимым возбуждением при питании от источника напряжения.
33. Тормозные режимы АД – при динамическом торможении с самовозбуждением.
34. Синхронный двигатель. Электромагнитные процессы при пуске. Механическая характеристика
35. Синхронный двигатель. Угловая характеристика. Явнополюсные и неявнополюсные СД.
36. Синхронный двигатель. Схемы пуска. Способы торможения. Основные показатели способов регулирования координат электропривода: направление регулирования, плавность, стабильность поддержания скорости, статизм, диапазон регулирования, быстродействие, переуправление и т.д.
37. Особенности переходных процессов в си стеме Г - Д. Использование форсировки возбуждения генератора. Определение коэффициента форсировки при пуске в системе Г-Д.
38. Регулирование угловой скорости ДПТ н.в. по системе генератор-двигатель.
39. Регулирование угловой скорости ДПТ н.в. по системе тиристорный преобразователь-двигатель.
40. Регулирования угловой скорости АД введением сопротивления в цепь ротора.
41. Регулирования угловой скорости АД переключением пар полюсов.
42. Регулирования угловой скорости АД изменением частоты.
43. Отличия в регулировании угловой скорости АД с кз ротором и фазным ротором.
44. Каскадные схемы регулирования скорости АД.
45. Баланс мощностей и энергетические характеристики электропривода .
46. Потери энергии в переходных режимах работы электропривода без нагрузки.
47. Потери энергии в переходных режимах работы электропривода под нагрузкой.
48. Потери энергии в установившемся режиме работы привода (потери в двигателе, трансформаторе, дросселе, преобразователе).
49. Общие сведения о выборе электродвигателей. Выбор типа двигателя по роду тока,

Практическое задание к экзаменационному билету:

**Задача 1:**

Определите приведенные к валу двигателя момент статической нагрузки  $M_c$  и момент инерции  $J$  (рис.1).

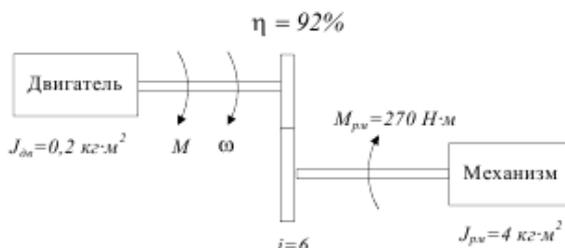


Рисунок 1

**Задача 2:** Рассчитать и построить естественные характеристики ДПТнв, используя следующие его паспортные данные:  $P_{ном}=300$  кВт;  $U_{ном}=440$  В;  $n_{ном}=1250$  об/мин;  $I_{ном}=750$  А,  $R_d=0,01$  Ом. Рассчитать добавочное сопротивление при пуске и построить механическую характеристику при  $M_n=2M_H$ .

**Задача 3:** Рассчитать и построить естественные характеристики ДПТнв, используя следующие его паспортные данные:  $P_{ном}=300$  кВт;  $U_{ном}=440$  В;  $n_{ном}=1250$  об/мин;  $I_{ном}=750$  А,  $R_d=0,01$  Ом. Рассчитать добавочное сопротивление при динамическом торможении и построить механическую характеристику при  $M_T=2M_H$ .

**Задача 4:** Рассчитать и построить естественные характеристики ДПТнв, используя следующие его паспортные данные:  $P_{ном}=300$  кВт;  $U_{ном}=440$  В;  $n_{ном}=1250$  об/мин;  $I_{ном}=750$  А,  $R_d=0,01$  Ом. Рассчитать добавочное сопротивление при торможении противовключением и построить механическую характеристику при  $M_T=2M_H$ .

**Задача 5:** АД типа МТН-611-10 имеет следующие данные:  $P_{ном}=45$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=575$  об/мин;  $f_1=50$  Гц;  $I_{1ном}=115$  А;  $R_c=0,087$  Ом;  $x_1=0,189$  Ом;  $R_p=0,12$  Ом;  $x_2=0,046$  Ом;  $I_{2ном}=155$  А  $k=1,93$ ;  $\lambda=M_K/M_{ном}=2,5$ . Рассчитать и построить естественную электромеханическую характеристику двигателя.

**Задача 6:** АД типа МТН-611-10 имеет следующие данные:  $P_{ном}=45$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=575$  об/мин;  $f_1=50$  Гц;  $I_{1ном}=115$  А;  $R_c=0,087$  Ом;  $x_1=0,189$  Ом;  $R_p=0,12$  Ом;  $x_2=0,046$  Ом;  $I_{2ном}=155$  А  $k=1,93$ ;  $\lambda=M_K/M_{ном}=2,5$ . Рассчитать и построить естественную механическую характеристику двигателя.

**Задача 7:** ДПТ 2ПФ 200 имеет следующие паспортные данные:  $P_{ном}=30$  кВт;  $U_{ном}=440$  В;  $n_{ном}=2200$  об/мин;  $I_{ном}=74$  А,  $\eta_n=90\%$ . Оценить тепловой режим двигателя при его работе по следующему циклу: время первого участка  $t_1=12$  мин, момент нагрузки  $M_{c1}=120$  Нм, время второго участка  $t_2=25$  мин, момент нагрузки  $M_{c2}=145$  Нм, время третьего участка  $t_3=18$  мин, момент нагрузки  $M_{c3}=100$  Нм. Ток возбуждения и сопротивление якорной цепи не изменяются. Заданный цикл относится к продолжительному режиму работы с переменной нагрузкой.

**Задача 8:** АД краново-металлургической серии типа МТКВ 511-8 имеет номинальную мощность  $P_{ном}=17,5$  кВт при  $P_{вном}=25\%$  и скорость;  $n_{ном}=700$  об/мин. Оценить нагрев двигателя, если он будет периодически включаться на 3 мин и преодолевать при этом момент нагрузки  $M_c=350$  Нм, после чего будет отключаться на 5 мин.

**Задача 9:** Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и

$$U_{1\phi} / f_1^2 = const$$

законе управления, если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{ном}=1,4$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=870$  об/мин;  $\lambda=M_K/M_{ном}=2,8$ . Построить (примерные) механические характеристики при разных частотах.

**Задача 10:** Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и

$$U_{1\phi} / f_1 = const$$

законе управления, если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{ном}=1,4$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=870$  об/мин;  $\lambda=M_K/M_{ном}=2,8$ . Построить (примерные) механические характеристики при разных частотах.

**Задача 11:** Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и

$$U_{1\phi}^2 / f_1 = const$$

законе управления, если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{ном}=1,4$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=870$  об/мин;  $\lambda=M_K/M_{ном}=2,8$ . Построить (примерные) механические характеристики при разных частотах.

**Задача 12:** АД типа МТКН-211-6 имеет следующие данные:  $P_{ном}=8,2$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=875$  об/мин;

$f_1=50$  Гц;  $I_{1ном}=115$  А;  $R_c=0,835$  Ом;  $x_1=0,88$  Ом;  $R'_2=1,4$  Ом;  $x'_2=0,88$ ;  $\lambda=M_K/M_{ном}=2,5$ ,  $\eta_n=0,715$ .  $\cos\phi_{ном}=0,75$ .

### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практического задания	Количество набранных баллов
	Верное решение задачи.	10
	Неверное решение задачи.	0
Компетенции	Характеристика ответа на теоретические вопросы	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1	Поставленные вопросы раскрыты полностью, для пояснения приведены рисунки, схемы, графики, расчетные формулы, верно указаны единицы измерения; в ответе используется специальная терминология и показаны знания, освоенные студентом самостоятельно при изучении современных периодических изданий по дисциплине, ответ структурирован и логичен. Показана совокупность осознанных знаний по дисциплине с учетом междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	18-20
	Поставленные вопросы раскрыты полностью, для пояснения приведены рисунки, схемы, графики, расчетные формулы, верно указаны единицы измерения; в ответе используется специальная терминология. Ответ структурирован и логичен. Могут быть допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	12-17
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент затрудняется привести поясняющие формулы, схемы, рисунки и графики, путает единицы измерения величин.	8-11
	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Студент не осознает связь обсуждаемых вопросов по билету с другими объектами дисциплины. В ответе отсутствуют поясняющие формулы, схемы, рисунки и графики, специальная терминология. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента <i>или</i> ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> отказ от ответа.	0

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

#### Карта обеспеченности литературой

	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во экземпляров в библиотеке СВФУ	Контингент
Основная литература				
1	Епифанов А.П./ Электропривод. /Электронный ресурс/ А.П.Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гушинский - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2012. - 400 с.		<a href="http://www.e.lanbook.com/book/">http://www.e.lanbook.com/book/</a> 3812	
Дополнительная литература				
1	Электропривод производственных механихмов. Никитенко Г.В. Уч. Пособие Изд. Лань. 2013. 208 с. <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>			
2	Онищенко Г.Б. Электрический привод Учеб для студентов вузов Москва: Академия. 2006, утверждено. 288 с.			
3	Епифанов А.П. Основы электропривода Учебное пособие Лань 2009 утверждено			

4	Кацман М.М. Электрический привод. Москва. Академия. 2005			
5	Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Москва: Академия 2008			
6	Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Москва: Академия 2007			
7	Системы управления электроприводов. Грехов В.П. Учеб. пособие. Изд. МГОУ, 2009г. 100 с.. <a href="http://www.knigafund.ru">www.knigafund.ru</a>			
8	Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу. Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. Уч. Пособие .Изд. Лань, 2012 г. 368 с. <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>			
9	Р.З. Хусаинов, А.В. Силантьев, А.В. Качалов. Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Электрический привод». – Челябинск: Учтех-Профи, 2012.			
Периодические издания				
1	Электрика			
2	Малая энергетика			
3	Электричество			
4	Электрические станции			
5	Промышленная энергетика			
6	Энергосбережение			
7	Электромеханика			
8	Проблемы энергетики			
9	Экология и промышленность России			
10	Электроника			
11	Электротехника			
12	Электрооборудование			
13	Безопасность труда в промышленности			
14	Горное оборудование электротехника			
Методические разработки вуза				
1	Чепайкина Т.А. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Теория электропривода» Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2010			
2	Стефанов В.К. Методические указания по выполнению расчетно графических работ по дисциплине «Электрический привод» Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2009 г.			

*Электронные образовательные ресурсы*

№	Наименование ЭОР	Вид ЭОР	Носитель (CD, DVD, сервер НБ)	Место доступа	Автор	Регистрационный номер и учреждение, его выдавшее (ОФАП, Информ-регистр, внутривузовская база данных ЭОР)
1	Электрический привод	ЭУМКД	-	<a href="http://moodle.nfqu.ru">http://moodle.nfqu.ru</a>	Чепайкина Т.А.	-
2	Электрический привод	электронные плакаты	DVD	А511 кабинет курсового и дипломного проектирования		НПП «Учтех-Профи» ЮурГУ г. Челябинск
3	Электрический привод	Кодотранспоранты (фолии)	DVD	А511 кабинет курсового и дипломного		НПП «Учтех-Профи» ЮурГУ г. Челябинск

				проектирован ия		
4	программное обеспечение для выполнения практических работ	MATLAB MATHCAD		A303 A306 A311 A511	лицензионные программные продукты	
5	Банк тестовых заданий	электронный ресурс	AST-тест	A303 A306 A311	Чепайкина Т.А.	

*Интернет-ресурсы*

№	Наименование интернет-ресурса	Автор, разработчик и	Формат документа (pdf, Doc, rtf, djvu, zip,rar)	Тип интернет - ресурса	Ссылка (URL) на интернет-ресурс
3	Справочник электрика и энергетика				<a href="http://www.elecab.ru/history.shtml">http://www.elecab.ru/history.shtml</a>

**8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)**

*Материально-техническое обеспечение дисциплины (помещение и оборудование)*

№ п/п	Неделя	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат.раб.)	Объем часов	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1	1-13	Лекционные занятия	лекция	23	A503	DVD, кодоскоп
2		Практические занятия	практика	10	A503	DVD, кодоскоп
3		Лабораторные занятия	лаб.раб	13	A503	Лабораторные стенды
5		Тесты	тесты	6	A303	Комп. класс

Лабораторный стенд «Электрический привод» А 503 УАК.



**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.04 Электрический привод**  
Трудоемкость 4 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

Основной целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по современному электрическому приводу, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

В курсе изучаются вопросы применения электродвигателей в промышленности, способы приспособления рабочих свойств электродвигателя к требованиям рабочих органов технологических объектов, современные системы электроприводов и их статические, энергетические и динамические характеристики, а также приобретаются навыки расчета, проектирования, наладки и исследования этих систем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создать у студентов правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода.

2. Научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы и выборе двигателя и проверке его по нагреву.

3. Научить студентов самостоятельно проводить элементарные лабораторные исследования электрических приводов.

*Краткое содержание:*

История развития электропривода, механика электропривода, электропривод постоянного и переменного электропривода, синхронные электропривода, разные системы регулирования.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-1.1; Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса ПК-1.2; Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности ПК-1.3; Владеет методами обеспечения требуемых режимов и параметров технологического процесса по заданной методике ПК-1.4; Демонстрирует знания устройства и назначения различных типов оборудования (подвесной, натяжной изоляции, шинопроводов, молниезащиты, контуров заземляющих устройств), области их применения ПК-3.1	Знать: Основы теории электропривода при решении задач проектирования; математические модели и программные комплексы для численного анализа физических процессов в электроприводе; современные схемы управления электроприводами. Уметь: использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов. Владеть: Навыками формулирования, постановки задач, и расчетов установившихся и переходных процессов в электроприводах; расчета мощности электродвигателей для различных режимов работы; расчета энергетических показателей работы электропривода; навыками проведения лабораторных испытаний электрических приводов.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.04	Электрический привод	6	Б1.О.18 Теоритические основы электротехники. Б1.О.20 Электрические машины	Б1.В.ДВ.08.01 Эксплуатация электрооборудования Б2.В.03(П) Производственная эксплуатационная практика

**1.4. Язык преподавания:** русский.

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана (гр. БП-ЭО-20):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.04 Электрический привод	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	6	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	6	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	4 ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	144	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	67	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	26	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	13	-
- лабораторные работы	26	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	2	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	50	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	27	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
История развития электропривода. Назначение, функции, структура, классификация электроприводов.	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Механика электропривода.	13	4	-	1	-	4	-	-	-	-	4 (ЛР)
Электромеханические и механические свойства и характеристики электродвигателей постоянного тока (ДПТ).	54	8		4		8	-	-	-	-	4(ЛР) 30(РГР)
Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).	24	8		4		8	-	-	-	-	4(ЛР)
Электрические свойства и характеристики синхронного двигателя (СД)	14	2		2		4	-	-	-	2	4(ЛР)
Система генератор – двигатель (Г-Д).	10	2		2		2	-	-	-	-	4(ЛР)
<b>Экзамен</b>	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
<b>Всего часов за семестр</b>	<b>144</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>26</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>50 (27)</b>

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, РГР – выполнение расчетно-графической работы.

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

**Тема 1.** Введение. История развития электропривода. Назначение, функции, структурная схема электропривода, классификация электроприводов.

**Тема 2.** Механика электропривода.

Уравнение равновесия электроприводов; расчет усилий и моментов; момент инерции системы электропривода; расчет момента инерции, для нестандартных систем.

**Тема 3.** Электромеханические и механические свойства и характеристики электродвигателей постоянного тока.

Электромеханические и механические характеристики ДПТ с независимым возбуждением, ДПТ с параллельным возбуждением, со смешанным возбуждением.

**Тема 4.** Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).

Электромеханические и механические характеристики АД с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором.

**Тема 5.** Электрические свойства и характеристики синхронного двигателя (СД).

Принцип работы синхронного двигателя; электромеханические характеристики синхронных двигателей.

**Тема 6.** Система генератор – двигатель (Г-Д).

Структурная схема системы генератор-двигатель; принцип работы системы; система Г-Д как способ регулирования скорости электроприводов постоянного тока.

#### **4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине**

##### **Содержание СРС**

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Механика электропривода.	Выполнение ЛР	4	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
2	Электромеханические и механические свойства и характеристики электро-двигателей постоянного тока (ДПТ).	Выполнение ЛР Выполнение РГР	4 30	Анализ теоретического материала, выполнение РГР (внеауд.СРС)
3	Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).	Выполнение ЛР	4	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
4	Электрические свойства и характеристики синхронного двигателя (СД)	Выполнение ЛР	4	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
5	Система генератор – двигатель (Г-Д).	Выполнение ЛР	4	Анализ теоретического материала, выполнение ЛР (внеауд.СРС)
	Всего часов		50	

#### **5. Образовательные технологии**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии: опережающая самостоятельная работа; методы ИТ (Internet-ресурсов); междисциплинарное обучение; проблемное обучение; обучение на основе опыта; исследовательский метод.

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, расчетно-графическая работа, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
<p>Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности ПК-1.1; Использует технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса ПК-1.2; Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности ПК-1.3; Владеет методами обеспечения требуемых режимов и параметров технологического процесса по заданной методике ПК-1.4; Демонстрирует знания устройства и назначения различных типов оборудования (подвесной, натяжной изоляции, шинопроводов, молниезащиты, контуров заземляющих устройств), области их применения ПК-3.1</p>	<p>Знать: Основы теории электропривода при решении задач проектирования; математические модели и программн-ые комплексы для численного анализа физических процессов в электроприводе; современные схемы управления электроприводами. Уметь: использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов. Владеть: Навыками формулирования, постановки задач, и расчетов установившихся и переходных процессов в электроприводах; расчета мощности электродвигателей для различных режимов работы; расчета энергетических показателей работы электропривода; навыками проведения лабораторных испытаний электрических приводов.</p>	Высокий	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.</p>	отлично
		Базовый	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. В лабораторном задании могут быть допущены 2-3 фактические ошибки.</p>	хорошо
		Минимальный	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В лабораторном задании могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.</p>	удовлетворительно
		Не освоены	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют</p>	неудовлетворительно

			фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа	
--	--	--	---	--

## 6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

<b>Характеристики процедуры</b>	
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1.
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	<a href="#">Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.</a>
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Летняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме. Учитываются набранные баллы в течение семестра.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 55 баллов минимум, чтобы получить экзамен.

## 6.3. Балльно-рейтинговая система

### *Распределение времени на СРС и баллов при контроле успеваемости*

№	Испытания / формы СРС	Время на подготовку / выполнение, час.	Баллы	Примечание
<b>6 семестр</b>				
1	Расчетно-графическая работа	30	25	Защита РГР
2	Тестирование	4	15	ЗАСТ тестов
3	Подготовка и выполнение лабораторных работ.	12	15	3 лабораторных работ
4	Выполнение практических работ	4	15	практические задания
5	Экзамен	27	30	50 вопросов

- максимальное количество баллов за текущую работу в течение семестра – 70,
- максимальное количество баллов за экзамен – 30,
- минимальное число баллов для допуска к экзамену – 45.

Количество баллов рубежных аттестаций (контрольных точек) и любая форма промежуточной проверки знаний и умений суммируются и оцениваются. Оценки выставляются в соответствии с табл. 4 и 5.

Общая сумма баллов	Автоматическая оценка	Итоговая оценка
55 – 100	Зачтено (E – A)	Зачтено
≤ 54,9	Не зачтено (F – FX)	Не зачтено

Автоматическая оценка	Баллы за экзамен	Общая сумма баллов	Итоговая оценка по европейской системе	Итоговая оценка
Отлично, A	0 – 27	95 - 100	Превосходно	5
Отлично, B	0 – 27	85 – 94,9	Отлично	
Хорошо, C	0 – 27	75 – 84,9	Очень хорошо	4
Хорошо, D	0 – 27	65 – 74,9	Хорошо	4
Удовлетворительно, E	0 – 27	55 – 64,9	Удовлетворительно	3
Неудовлетворительно, FX	-	25 – 54,9	Неудовлетворительно с возможной пересдачей	2
Неудовлетворительно, F	-	0 – 24,9	Неудовлетворительно с повторным изучением дисциплины	2

### Темы тестов:

Тест №1. Двигатели постоянного тока.

Тест №2 Двигатели переменного тока.

Тест №3 Регулирование скорости. Переходные процессы.

## 6.3 Образец тестовых заданий Примеры тестовых заданий

Отметьте правильный ответ

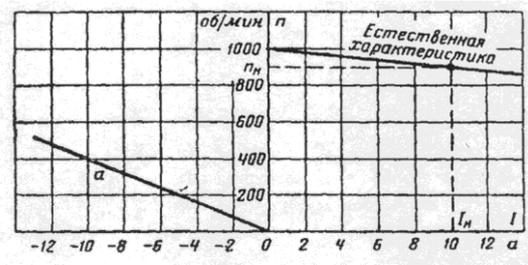
- Уравнение равновесия напряжения на зажимах якоря двигателя в режиме холостого хода имеет вид
  - $U=E$
  - $U=IR$
  - $E=IR$
  - $U= -IR+E$
- Выражение ЭДС вращения ДПТНВ имеет вид
  - 
  - $EI$
  - 
  - $k\Phi I$
- Уравнение равновесия напряжения на зажимах якоря двигателя в режиме рекуперативного торможения имеет вид
  - $U=E$
  - $U=IR$
  - $E=IR$
  - $U= -IR+E$
- Жесткость механической характеристики двигателя независимого возбуждения при уменьшении входного напряжения якорной цепи
  - уменьшится
  - возрастет
  - останется неизменной
- При работе на характеристике а
  - $R_p > R_{я}$
  - $R_p < R_{я}$
  - $R_p = R_{я}$
  - $R_p \leq R_{я}$
- Уравнение механической характеристики ДПТНВ имеет выражение
  - $M(R+R1)/ k2\Phi2$

- $(U/k\Phi) - (MR/k^2\Phi^2)$
  - $(U/k\Phi) - (IR/k\Phi)$
  - $MR/k^2\Phi^2$
7. Выражение тока короткого замыкания двигателя постоянного тока имеет вид
- - $EI$
  - $U/R$
  - $k\Phi I$
8. Пусковые сопротивления составляют
- $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}$
  - $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=2 \text{ Ом}$
  - $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}$
  - $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=1 \text{ Ом}$
9. Выражение уравнение электромеханической характеристики ДПТНВ имеет вид
- $M(R+R_1)/k^2\Phi^2$
  - $(U/k\Phi) - (MR/k^2\Phi^2)$
  - $(U/k\Phi) - (IR/k\Phi)$
  - $MR/k^2\Phi^2$

## ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Задание на соответствие

1. Регулирование числа пар полюсов магнитного поля асинхронного двигателя называется...
  - параметрическое
  - амплитудное
  - импульсное
2. Регулирование изменением частоты питающего асинхронный двигатель напряжения относится к способу называемому
  - параметрическое
  - амплитудное
  - импульсное
3. Уравнение равновесия напряжения на зажимах якоря двигателя в режиме холостого хода имеет вид
  - $U=E$
  - $U=IR$
  - $E=IR$
  - $U= -IR+E$
4. Выражение ЭДС вращения ДПТ<sub>НВ</sub> имеет вид
  - $M \cdot \omega$
  - $EI$
  - $k \cdot \Phi \cdot \omega$
  - $k\Phi I$
5. Уравнение равновесия напряжения на зажимах якоря двигателя в режиме рекуперативного торможения имеет вид
  - $U=E$
  - $U=IR$
  - $E=IR$
  - $U= -IR+E$
6. Жесткость механической характеристики двигателя независимого возбуждения при уменьшении входного напряжения якорной цепи
  - уменьшится
  - возрастет
  - останется неизменной
7. При работе на характеристике  $a$



- $R_p > R_{я}$
- $R_p < R_{я}$
- $R_p = R_{я}$
- $R_p \leq R_{я}$

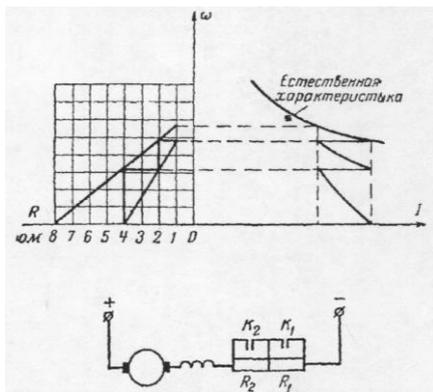
8. Уравнение механической характеристики ДПТ<sub>НВ</sub> имеет выражение

- $M(R+R_1)/k^2\Phi^2$
- $(U/k\Phi) - (MR/k^2\Phi^2)$
- $(U/k\Phi) - (IR/k\Phi)$
- $MR/k^2\Phi^2$

9. Выражение механической мощности имеет вид

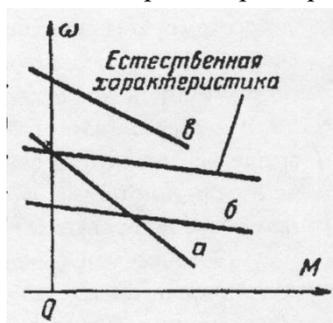
- $M \cdot \omega$
- $E I$
- $k \cdot \Phi \cdot \omega$
- $k\Phi I$

10. Пусковые сопротивления составляют



- $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}$
- $R_1=4 \text{ Ом}, R_2=2 \text{ Ом}$
- $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=4 \text{ Ом}$
- $R_1=2 \text{ Ом}, R_2=1 \text{ Ом}$

11. Соответствие между способом регулирования скорости двигателя изменением напряжения, приложенного к якорю и характеристикой двигателя постоянного тока независимого возбуждения



- а
- б
- в

### МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

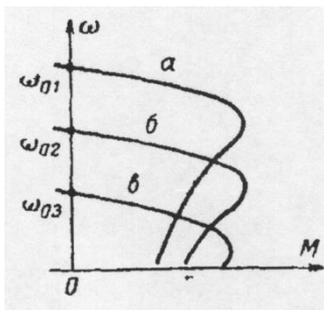
Отметьте правильный ответ

1. При регулировании скорости изменением числа пар полюсов двухскоростного асинхронного двигателя из приведенных соотношений синхронных скоростей можно получить

- $\omega'_0 = 0,90\omega_0$
- $\omega'_0 = 0,5\omega_0$

$\omega'_0 = 0,3\omega_0$

2. Соответствие между наибольшей частотой питающей сети при регулировании скорости короткозамкнутого асинхронного двигателя и характеристикой



а

б

в

3. Критическое скольжение асинхронного двигателя

- не зависит от напряжения питания
- пропорционально напряжению питания
- пропорционально квадрату напряжения питания

4. При увеличении частоты питающего напряжения частота вращения магнитного поля статора

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

5. Для увеличения максимального момента асинхронной машины в режиме пуска необходимо

- уменьшить сопротивление роторной цепи
- увеличить сопротивление роторной цепи
- уменьшить постоянный ток в цепи статора
- увеличить постоянный ток в цепи статора

6. Критический момент асинхронного двигателя при введении сопротивления в цепь ротора

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

7. При уменьшении напряжения подводимого в цепь статора критический момент асинхронного двигателя

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

8. При уменьшении числа пар полюсов частота вращения магнитного поля статора

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

9. При частотном управлении жесткость механических характеристик асинхронного двигателя

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

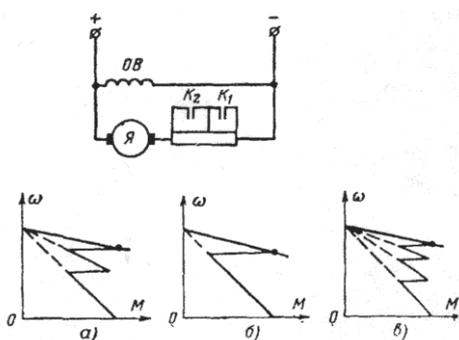
10. При увеличении числа пар полюсов жесткость механических характеристик асинхронного двигателя

- увеличится
- уменьшится
- не изменится

## ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Задание на соответствие

1. Соответствие между приведенной схемой и пусковой диаграммой



- а
- б
- в

2. Число значений регулируемого параметра, реализуемом в заданном диапазоне называется

- точность регулирования
- плавность регулирования
- экономичность регулирования
- диапазон регулирования

3. Возможный при заданном способе предел изменения координаты называется

- точность регулирования
- плавность регулирования
- экономичность регулирования
- диапазон регулирования

4. Реостатное регулирование относится к способу регулирования координат называемому

- параметрическое
- амплитудное
- импульсное

5. Принцип регулирования по отклонению используется в системах

- замкнутых
- комбинированных
- разомкнутых

### Шкала оценивания:

Процент выполненных тестовых заданий	Количество набранных баллов
91% - 100%	5
81% - 90%	4
71% - 80%	3
61% - 70%	2
51% - 60%	1
<50%	0

### Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Механика электропривода.	Исследование основных элементов системы электропривода.	2	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
2	Электромеханические и механические свойства и	Исследование характеристик ДПТ с	4	Оформление работы в соответствии с методи-

	характеристики электро-двигателей постоянного тока (ДПТ).	НВ.		ческими указаниями по выполнению лабораторных работ.
3	Электромеханические и механические свойства и характеристики асинхронного двигателя (АД).	Исследование характеристик АД с ФР.	4	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
4	Электрические свойства и характеристики синхронного двигателя (СД)	Исследование характеристик СД. Защита ЛР.	3	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
	Всего часов		13	

### Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты посещают лекционные занятия, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторных занятиях является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение лабораторных работ. Самостоятельная работа студентов включает проработку методических рекомендаций и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение лабораторных работ. Основной формой проверки СРС является проведение лабораторных работ и письменное написание полученных результатов согласно методическим рекомендациям.

Содержание дисциплины, разработка лабораторных занятий с указанием основной и дополнительной литературы к каждому занятию, а также методические рекомендации к выполнению лабораторных заданий, образцы их выполнения представлены в Методических указаниях по курсу «Электрический привод». Методические указания стенда 2010 г. АУД.503.

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;
- правильность выполнения лабораторных работ;
- обоснованность и четкость изложения результатов.

Максимальный балл, который студент может набрать на лабораторном занятии, - 15 баллов.

### Лабораторные работы:

1. Исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.
2. Исследование системы генератора двигателя с асинхронным гонным двигателем.
3. Исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения одной лабораторной работы	Количество набранных баллов (1 ЛР)
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1	<i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы</i> подразумевающий, что теоретический материал, изложен в объеме, необходимом для выполнения лабораторной работы; сформулированы цели и задачи, требующие решения в ходе выполнения лабораторной работы; приведены необходимые схемы, формулы и соотношения, решены предложенные задачи; обозначена последовательность выполнения лабораторной работы, с соблюдением правил техники безопасности. <i>Лабораторная работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все</i>	4,1-5 б.

	<p>опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы со знанием символики, понимания терминологии. <i>На дату защиты предоставлен отчет</i> по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области, логично и грамотно изложены умозаключения и выводы.</p>	
	<p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. На дату защиты (или в срок не позднее 3 дней от даты защиты) предоставлен отчет</i> по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены неточности, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</p>	3,1-4 б.
	<p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, соблюдены требования правил техники безопасности. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. Отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования, предоставлен не в срок. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены ошибки, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</i></p>	2,1-3 б.
	<p>При получении допуска к выполнению лабораторной работы ответы выявили незнание студентом определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенным на практических занятиях, т.е. уровень знаний не позволяет ему провести опыт, необходимые расчеты, или использовать полученные данные для формулировки выводов. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа</p>	0 б.

### Темы практических занятий:

1. Механика электропривода. Приведение статических моментов и моментов инерции к валу двигателя. Основное уравнение движения электропривода.
2. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ<sub>НВ</sub>). Расчет механических и электромеханических характеристик. Обеспечение работы двигателя в заданной точке  $M_{зад.}$ ,  $\omega_{зад.}$  двигательного и тормозного режимов.
3. Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТ<sub>ПВ</sub>). Расчет механических и электромеханических характеристик. Обеспечение работы двигателя в заданной точке  $M_{зад.}$ ,  $\omega_{зад.}$  двигательного и тормозного режимов.

4. Асинхронный двигатель (АД). Расчет механических и электромеханических характеристик. Обеспечение работы двигателя в заданной точке  $M_{зад.}$ ,  $\omega_{зад.}$  двигательного и тормозного режимов.
- 5.. Расчет механических и электромеханических характеристик АД при питании от источников тока.
6. Расчет переходных процессов в системе Г-Д.

Практические работы представляют собой решение практических задач по перечисленным темам. Варианты заданий выдаются преподавателем.

#### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практических заданий	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1	Верное решение всех задач практических работ.	15
	Неверное решение задач.	0

*\*В таблице приведено количество баллов, которое студент может набрать за выполнение всех практических работ в течение семестра.*

#### Комплект заданий для выполнения РГР

##### Расчетно-графическая работа (6 семестр).

В рамках курса предусмотрено выполнение расчетно-графической работы на тему:

«Разработка разомкнутой системы реверсивного электропривода производственного механизма по системе «генератор-двигатель» с асинхронным гонным двигателем».

**Задание 1:** Приведение статических сил и моментов к валу барабана;

**Задание 2:** Предварительный расчет мощности электродвигателя;

**Задание 3:** Определение передаточного числа и выбор редуктора;

**Задание 4:** Построение тахограммы и нагрузочных диаграмм;

**Задание 5:** Предварительная проверка двигателя по перегрузочной способности, мощности и производительности;

**Задание 6:** Расчет и построение статических характеристик электропривода;

**Задание 7:** Проверка двигателя по условиям нагрева с учетом переходных процессов;

**Задание 8:** Расчет и выбор пусковых резисторов приводного двигателя;

**Задание 9:** Расчет энергетических показателей электропривода;

**Задание 10:** Разработка принципиальной схемы электропривода, выбор элементов схемы и краткое описание работы схемы.

**Варианты для заданий 1-11:**

Таблица 1

Массо-габаритные и скоростные показатели транспортного средства

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Наименование														
Масса тележки $m_T$ , кг	900	400	300	700	500	600	900	1000	600	300	700	800	400	700
Масса груза $m_G$ , кг	5000	1500	1800	3400	1900	3100	4800	5350	2400	2000	3500	4050	1600	3200
Масса противовеса $m_{np}$ , кг	1900	800	1000	1300	1000	1200	1800	1850	1200	710	1180	1600	850	1400
Рабочая скорость тележки $v_{раб}$ , м/с	0,2	0,24	0,25	0,3	0,2	0,25	0,22	0,3	0,3	0,4	0,34	0,34	0,25	0,4
Ползучая скорость тележки $v_{полз}$ , м/с	0,01	0,015	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03
Допустимое ускорение тележки $a_{доп}$ , м/с <sup>2</sup>	0,05	0,05	0,9	0,8	0,05	0,07	0,55	0,6	0,75	1,0	0,76	0,68	0,055	0,8
Момент инерции барабана $J_б$ , кг·м <sup>2</sup>	9	7	6	8	7	8	9	10	9	6	8	9	7	8
Диаметр барабана $D_б$ , м	0,22	0,33	0,4	0,24	0,32	0,34	0,22	0,36	0,3	0,4	0,28	0,34	0,33	0,24
Угол наклона пути $\alpha$ , град.	25	30	20	30	28	35	33	30	30	32	28	34	33	37

Таблица 2

Показатели работы транспортного средства и транспортного пути

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Наименование														
Время загрузки $t_z$ , с	15	8	10	9	8	10	12	13	7	9	10	11	8	10
Время разгрузки $t_p$ , с	7	4	8	5	6	8	9	10	5	7	8	9	7	8
Длина пути движения между точками А и С $l$ , м	10	11	8	16	15	10	9	15	18	20	14	15	10	16
Длина пути разгона и движения груженой тележки с $v_{раб}$ $l'$ , м	9	10	7	15	14	9	8	13,5	17	18,5	12,5	13,5	9	14,5
Длина пути разгона и движения порожней тележки с $v_{раб}$ $l''$ , м	9,5	10,5	7,5	15,5	14,2	9,2	8,2	14	17,2	19	13	14	9,2	15

### Общие положения и требования по выполнению работы

Выполнение РГР предусмотрено учебным планом подготовки и имеет следующие цели:

- а) закрепление и углубление теоретических знаний, полученных на предусмотренных учебным планом видах занятий;
- б) формирование умений самостоятельно решать задачи по расчету показателей объекта изучения дисциплины с обоснованием применяемых при этом теоретических положений и анализом полученных результатов;
- в) формирование инженерного мышления, необходимого для исследования существующих и перспективных систем электроэнергетики и электротехники.

### Критерии выставления оценок за выполнение и защиту РГР:

Компетенции	Характеристика выполнения и защиты РГР	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1	<ul style="list-style-type: none"><li>- работа сдана в срок,</li><li>- оформление соответствует требованиям ГОСТ ЕСКД,</li><li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,</li><li>- практическое задание решено правильно, с обоснованием применяемых теоретических положений и сопровождается необходимым анализом и интерпретацией полученных результатов;</li><li>- теоретическая взаимосвязь с практической частью освещена в полном объеме, глубоко, с использованием различных источников научно-технической информации.</li><li>- при защите указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, четко обосновывается выполненный расчет;</li><li>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений</li><li>- на вопросы даются полные исчерпывающие обоснованные ответы</li></ul>	21,1-25, «отлично»
	<ul style="list-style-type: none"><li>- работа сдана в срок,</li><li>- оформление соответствует требованиям ГОСТ ЕСКД,</li><li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,</li><li>- в практической части задания имеются отдельные недостатки, не влияющие на окончательный результат исследования;</li><li>- при освещении теоретической взаимосвязи с практической частью был использован только один источник научной информации, но вопрос освещен в целом правильно;</li><li>- четко обосновывается выполненный расчет;</li><li>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений</li><li>- на вопросы даются обоснованные ответы, допускаются незначительные недочеты</li></ul>	17,1-21, «хорошо»
	<ul style="list-style-type: none"><li>- работа сдана в срок,</li><li>- оформление соответствует требованиям,</li><li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал,</li><li>- практическое задание выполнено со значительными ошибками</li><li>- не в полном объеме освещена теоретическая взаимосвязь с практической частью, поверхностное обоснование без примеров и необходимых обобщений;</li><li>- при защите прослеживается не четкая последовательность, не совсем верно с затруднениями обосновывается выполненный расчет;</li><li>- допускаются неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя</li><li>- ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности</li><li>- в схемах допущены неточности</li></ul>	12,5-17, «удовлетворительно»

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оформление не соответствует требованиям,</li> <li>- список литературы содержит справочный материал,</li> <li>- неуверенность в применении справочной литературы,</li> <li>- не выполнены требования на оценку «удовлетворительно»</li> <li>- отсутствует выполнение большей части задания или неверность решения.</li> <li>- при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки,</li> <li>- не верно обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- изложение основных аспектов несвязно,</li> <li>- отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения,</li> <li>- структура расчетов не соответствует содержанию,</li> <li>- на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы,</li> <li>- в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно</li> <li>- ответы на наводящие вопросы не верные.</li> </ul>	<p>менее 15, «неудовлетворительно»</p>
--	--	--

*\*В таблице приведено количество баллов, которое студент может набрать за выполнение РГР в течение семестра.*

### **Программа экзамена**

Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса по всем разделам курса, направленных на оценку уровня знаний о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода, и 1 практическое задание на выполнение простейших расчетов по определению основных параметров и характеристик электроприводов.

#### *Перечень экзаменационных вопросов:*

1. Понятие «Электропривод». Назначение, функции, структура. Роль электропривода в развитии народного хозяйства. Классификация электроприводов.
2. Силы и моменты, действующие в электроприводе.
3. Приведение моментов сопротивления и маховых моментов.
4. Приведение сил и маховых моментов при поступательном движении к вращательному.
5. Уравнения движения электропривода при вращательном движении. Уравнения движения электропривода при поступательном движении.
6. Классификация рабочих машин по характеру изменения статического момента.
7. Момент инерции тела и методы его определения. Метод крутильных колебаний. Метод маятниковых колебаний. Метод падающего груза. Метод свободного выбега.
8. Выбор передаточного числа между двигателем и исполнительным механизмом.
9. Естественные электромеханическая и механическая характеристики ДПТ н.в. и различные формы ее записи.
10. Искусственные механические и электромеханические характеристики ДПТ н.в. при изменении питающего напряжения.
11. Искусственные механические и электромеханические характеристики ДПТ н.в. при изменении сопротивления цепи якоря.
12. Искусственные механические и электромеханические характеристики ДПТ н.в. при изменении потока возбуждения.
13. Тормозной режим ДПТ н.в. – рекуперативное торможение. Способы получения. Энергетическая диаграмма. Направление напряжения, ЭДС и тока.
14. Тормозной режим ДПТ н.в. – противовключением под действием активного момента. Способы получения. Энергетическая диаграмма. Направление напряжения, ЭДС и тока.
15. Тормозной режим ДПТ н.в. – при динамическом торможении. Способы получения. Энергетическая диаграмма. Направление напряжения, ЭДС и тока. Граничные энергетические режимы.
16. Естественные механические и электромеханические характеристики ДПТ п.в.

17. Построение естественных механических и электромеханических характеристик ДПТ п.в.
18. Построение искусственных механических и электромеханических характеристик ДПТ п.в.
19. Тормозной режим ДПТ п.в. – противовключением: под действием активного момента и смены полярности питающего напряжения.
20. Тормозной режим ДПТ н.в. – при динамическом торможении. Направление токов и ЭДС.
21. Естественные механические и электромеханические характеристики ДПТ с.в.
22. Тормозной режим ДПТ с.в. – рекуперативное торможение. Энергетическая диаграмма. Направление напряжения, ЭДС и тока.
23. Тормозной режим ДПТ с.в. – противовключением: под действием активного момента.
24. Тормозной режим ДПТ с.в. – при динамическом торможении. Направление напряжения, ЭДС и тока. Граничные энергетические режимы.
25. Асинхронный двигатель. Электромагнитные процессы.
26. Асинхронный двигатель. Схемы замещения.
27. Асинхронный двигатель. Механическая характеристика и ее параметры. Упрощенные соотношения.
28. Построение естественной механической характеристики АД.
29. Электромеханические характеристики АД.
30. Тормозные режимы АД – рекуперативного торможения.
31. Тормозные режимы АД – противовключением: под действием активного момента и изменения последовательности чередования фаз.
32. Тормозные режимы АД – при динамическом торможении с независимым возбуждением при питании от источника напряжения.
33. Тормозные режимы АД – при динамическом торможении с самовозбуждением.
34. Синхронный двигатель. Электромагнитные процессы при пуске. Механическая характеристика
35. Синхронный двигатель. Угловая характеристика. Явнополюсные и неявнополюсные СД.
36. Синхронный двигатель. Схемы пуска. Способы торможения. Основные показатели способов регулирования координат электропривода: направление регулирования, плавность, стабильность поддержания скорости, статизм, диапазон регулирования, быстродействие, переуправление и т.д.
37. Особенности переходных процессов в си стеме Г - Д. Использование форсировки возбуждения генератора. Определение коэффициента форсировки при пуске в системе Г-Д.
38. Регулирование угловой скорости ДПТ н.в. по системе генератор-двигатель.
39. Регулирование угловой скорости ДПТ н.в. по системе тиристорный преобразователь-двигатель.
40. Регулирования угловой скорости АД введением сопротивления в цепь ротора.
41. Регулирования угловой скорости АД переключением пар полюсов.
42. Регулирования угловой скорости АД изменением частоты.
43. Отличия в регулировании угловой скорости АД с кз ротором и фазным ротором.
44. Каскадные схемы регулирования скорости АД.
45. Баланс мощностей и энергетические характеристики электропривода .
46. Потери энергии в переходных режимах работы электропривода без нагрузки.
47. Потери энергии в переходных режимах работы электропривода под нагрузкой.
48. Потери энергии в установившемся режиме работы привода (потери в двигателе, трансформаторе, дросселе, преобразователе).
49. Общие сведения о выборе электродвигателей. Выбор типа двигателя по роду тока,

Практическое задание к экзаменационному билету:

**Задача 1:**

Определите приведенные к валу двигателя момент статической нагрузки  $M_c$  и момент инерции  $J$  (рис.1).

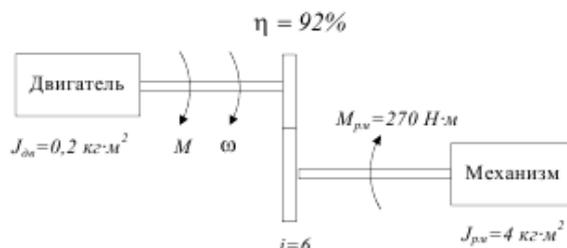


Рисунок 1

**Задача 2:** Рассчитать и построить естественные характеристики ДПТнв, используя следующие его паспортные данные:  $P_{ном}=300$  кВт;  $U_{ном}=440$  В;  $n_{ном}=1250$  об/мин;  $I_{ном}=750$  А,  $R_d=0,01$  Ом. Рассчитать добавочное сопротивление при пуске и построить механическую характеристику при  $M_n=2M_H$ .

**Задача 3:** Рассчитать и построить естественные характеристики ДПТнв, используя следующие его паспортные данные:  $P_{ном}=300$  кВт;  $U_{ном}=440$  В;  $n_{ном}=1250$  об/мин;  $I_{ном}=750$  А,  $R_d=0,01$  Ом. Рассчитать добавочное сопротивление при динамическом торможении и построить механическую характеристику при  $M_T=2M_H$ .

**Задача 4:** Рассчитать и построить естественные характеристики ДПТнв, используя следующие его паспортные данные:  $P_{ном}=300$  кВт;  $U_{ном}=440$  В;  $n_{ном}=1250$  об/мин;  $I_{ном}=750$  А,  $R_d=0,01$  Ом. Рассчитать добавочное сопротивление при торможении противовключением и построить механическую характеристику при  $M_T=2M_H$ .

**Задача 5:** АД типа МТН-611-10 имеет следующие данные:  $P_{ном}=45$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=575$  об/мин;  $f_1=50$  Гц;  $I_{1ном}=115$  А;  $R_c=0,087$  Ом;  $x_1=0,189$  Ом;  $R_p=0,12$  Ом;  $x_2=0,046$  Ом;  $I_{2ном}=155$  А  $k=1,93$ ;  $\lambda=M_k/M_{ном}=2,5$ . Рассчитать и построить естественную электромеханическую характеристику двигателя.

**Задача 6:** АД типа МТН-611-10 имеет следующие данные:  $P_{ном}=45$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=575$  об/мин;  $f_1=50$  Гц;  $I_{1ном}=115$  А;  $R_c=0,087$  Ом;  $x_1=0,189$  Ом;  $R_p=0,12$  Ом;  $x_2=0,046$  Ом;  $I_{2ном}=155$  А  $k=1,93$ ;  $\lambda=M_k/M_{ном}=2,5$ . Рассчитать и построить естественную механическую характеристику двигателя.

**Задача 7:** ДПТ 2ПФ 200 имеет следующие паспортные данные:  $P_{ном}=30$  кВт;  $U_{ном}=440$  В;  $n_{ном}=2200$  об/мин;  $I_{ном}=74$  А,  $\eta_n=90\%$ . Оценить тепловой режим двигателя при его работе по следующему циклу: время первого участка  $t_1=12$  мин, момент нагрузки  $M_{c1}=120$  Нм, время второго участка  $t_2=25$  мин, момент нагрузки  $M_{c2}=145$  Нм, время третьего участка  $t_3=18$  мин, момент нагрузки  $M_{c3}=100$  Нм. Ток возбуждения и сопротивление якорной цепи не изменяются. Заданный цикл относится к продолжительному режиму работы с переменной нагрузкой.

**Задача 8:** АД краново-металлургической серии типа МТКВ 511-8 имеет номинальную мощность  $P_{ном}=17,5$  кВт при  $P_{вном}=25\%$  и скорость;  $n_{ном}=700$  об/мин. Оценить нагрев двигателя, если он будет периодически включаться на 3 мин и преодолевать при этом момент нагрузки  $M_c=350$  Нм, после чего будет отключаться на 5 мин.

**Задача 9:** Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и

$$U_{1\phi} / f_1^2 = const$$

законе управления, если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{ном}=1,4$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=870$  об/мин;  $\lambda=M_k/M_{ном}=2,8$ . Построить (примерные) механические характеристики при разных частотах.

**Задача 10:** Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и

$$U_{1\phi} / f_1 = const$$

законе управления, если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{ном}=1,4$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=870$  об/мин;  $\lambda=M_k/M_{ном}=2,8$ . Построить (примерные) механические характеристики при разных частотах.

**Задача 11:** Определить значения скорости холостого хода и напряжения на статоре АД при частоте 25 Гц и

$$U_{1\phi}^2 / f_1 = const$$

законе управления, если двигатель имеет следующие параметры:  $P_{ном}=1,4$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=870$  об/мин;  $\lambda=M_k/M_{ном}=2,8$ . Построить (примерные) механические характеристики при разных частотах.

**Задача 12:** АД типа МТКН-211-6 имеет следующие данные:  $P_{ном}=8,2$  кВт;  $U_{1ном}=380$  В;  $n_{ном}=875$  об/мин;

$f_1=50$  Гц;  $I_{1ном}=115$  А;  $R_c=0,835$  Ом;  $x_1=0,88$  Ом;  $R_2'=1,4$  Ом;  $x_2'=0,88$ ;  $\lambda=M_k/M_{ном}=2,5$ ,  $\eta_n=0,715$ .  $\cos\phi_{ном}=0,75$ .

### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практического задания	Количество набранных баллов
	Верное решение задачи.	10
	Неверное решение задачи.	0
Компетенции	Характеристика ответа на теоретические вопросы	Количество набранных баллов
ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-3.1	Поставленные вопросы раскрыты полностью, для пояснения приведены рисунки, схемы, графики, расчетные формулы, верно указаны единицы измерения; в ответе используется специальная терминология и показаны знания, освоенные студентом самостоятельно при изучении современных периодических изданий по дисциплине, ответ структурирован и логичен. Показана совокупность осознанных знаний по дисциплине с учетом междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	18-20
	Поставленные вопросы раскрыты полностью, для пояснения приведены рисунки, схемы, графики, расчетные формулы, верно указаны единицы измерения; в ответе используется специальная терминология. Ответ структурирован и логичен. Могут быть допущены 2-3 незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	12-17
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент затрудняется привести поясняющие формулы, схемы, рисунки и графики, путает единицы измерения величин.	8-11
	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Студент не осознает связь обсуждаемых вопросов по билету с другими объектами дисциплины. В ответе отсутствуют поясняющие формулы, схемы, рисунки и графики, специальная терминология. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента <i>или</i> ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> отказ от ответа.	0

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

#### Карта обеспеченности литературой

	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во экземпляров в библиотеке СВФУ	Контингент
Основная литература				
1	Епифанов А.П./ Электропривод. /Электронный ресурс/ А.П.Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2012. - 400 с.		<a href="http://www.e.lanbook.com/book/">http://www.e.lanbook.com/book/</a> 3812	
Дополнительная литература				
1	Электропривод производственных механимов. Никитенко Г.В. Уч. Пособие Изд. Лань. 2013. 208 с. <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>			
2	Онищенко Г.Б. Электрический привод Учеб для студентов вузов Москва: Академия. 2006, утверждено. 288 с.			
3	Епифанов А.П. Основы электропривода Учебное пособие Лань 2009 утверждено			

4	Кацман М.М. Электрический привод. Москва. Академия. 2005			
5	Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Москва: Академия 2008			
6	Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием Учебное пособие для студентов высших учебных заведений Москва: Академия 2007			
7	Системы управления электроприводов. Грехов В.П. Учеб. пособие. Изд. МГОУ, 2009г. 100 с.. <a href="http://www.knigafund.ru">www.knigafund.ru</a>			
8	Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу. Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. Уч. Пособие .Изд. Лань, 2012 г. 368 с. <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>			
9	Р.З. Хусаинов, А.В. Силантьев, А.В. Качалов. Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Электрический привод». – Челябинск: Учтех-Профи, 2012.			
Периодические издания				
1	Электрика			
2	Малая энергетика			
3	Электричество			
4	Электрические станции			
5	Промышленная энергетика			
6	Энергосбережение			
7	Электромеханика			
8	Проблемы энергетики			
9	Экология и промышленность России			
10	Электроника			
11	Электротехника			
12	Электрооборудование			
13	Безопасность труда в промышленности			
14	Горное оборудование электротехника			
Методические разработки вуза				
1	Чепайкина Т.А. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Теория электропривода» Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2010			
2	Стефанов В.К. Методические указания по выполнению расчетно графических работ по дисциплине «Электрический привод» Нерюнгри, ТИ (ф) ЯГУ, 2009 г.			

### *Электронные образовательные ресурсы*

№	Наименование ЭОР	Вид ЭОР	Носитель (CD, DVD, сервер НБ)	Место доступа	Автор	Регистрационный номер и учреждение, его выдавшее (ОФАП, Информ-регистр, внутривузовская база данных ЭОР)
1	Электрический привод	ЭУМКД	-	<a href="http://moodle.nfqu.ru">http://moodle.nfqu.ru</a>	Чепайкина Т.А.	-
2	Электрический привод	электронные плакаты	DVD	А511 кабинет курсового и дипломного проектирования		НПП «Учтех-Профи» ЮурГУ г. Челябинск
3	Электрический привод	Кодотранспонанты (фолии)	DVD	А511 кабинет курсового и дипломного		НПП «Учтех-Профи» ЮурГУ г. Челябинск

				проектирован ия		
4	программное обеспечение для выполнения практических работ	MATLAB MATHCAD		A303 A306 A311 A511	лицензионные программные продукты	
5	Банк тестовых заданий	электронный ресурс	AST-тест	A303 A306 A311	Чепайкина Т.А.	

*Интернет-ресурсы*

№	Наименование интернет-ресурса	Автор, разработчик и	Формат документа (pdf, Doc, rtf, djvu, zip,rar)	Тип интернет - ресурса	Ссылка (URL) на интернет-ресурс
3	Справочник электрика и энергетика				<a href="http://www.elecab.ru/history.shtml">http://www.elecab.ru/history.shtml</a>

**8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля)**

*Материально-техническое обеспечение дисциплины (помещение и оборудование)*

№ п/п	Неделя	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат.раб.)	Объем часов	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1	1-13	Лекционные занятия	лекция	23	A503	DVD, кодоскоп
2		Практические занятия	практика	10	A503	DVD, кодоскоп
3		Лабораторные занятия	лаб.раб	13	A503	Лабораторные стенды
5		Тесты	тесты	6	A303	Комп. класс

Лабораторный стенд «Электрический привод» А 503 УАК.

