

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

**Забайкальский институт железнодорожного транспорта –**  
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ЗабИЖТИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «31» мая 2019 г. № 378-1

## Б1.О.28 Электрические машины рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма, 5 лет обучения; заочная форма, 6 лет обучения

Кафедра-разработчик программы – Электроснабжение

Общая трудоемкость в з.е. – 4

Часов по учебному плану – 144

В том числе в форме практической  
подготовки (ПП) – 4/4

(очная/заочная)

Формы промежуточной аттестации в семестрах,  
курсах

очная форма обучения: экзамен 4 семестр

заочная форма обучения: экзамен 3 курс

### Очная форма обучения

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	<b>68 / 4</b>	<b>68 / 4</b>
– лекции	34	34
– практические	17	17
– лабораторные	17/4	17/4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>Экзамен</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>

### Заочная форма обучения

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	<b>16 / 4</b>	<b>16 / 4</b>
– лекции	8	8
– практические	4	4
– лабораторные	4/4	4/4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>110</b>	<b>110</b>
<b>Экзамен</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>

УП – учебный план.

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, утверждённым приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217.

Программу составил:

к.п.н., доцент

А.В. Роголёв

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Электроснабжение», протокол от «15» мая 2019 г. № 15.

Зав. кафедрой ЭлС к.т.н., доцент

С. А. Филиппов

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>	
1	формирование у обучающихся знаний и умений в области теории и практики применения электрических машин необходимых в профессиональной деятельности специалиста по технической эксплуатации систем обеспечения движения поездов
2	формирование базовой подготовки для успешного освоения специальных дисциплин
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	изучение физических основ работы электрических машин, применяемых на предприятиях железнодорожного транспорта в системах обеспечения движения поездов
2	изучение методов расчета статических и динамических режимов работы электрических машин систем обеспечения движения поездов
3	освоение методов подготовки и проведения экспериментальных исследований различных режимов работы электрических машин систем обеспечения движения поездов
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологии профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины (модули) / Обязательная часть
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.О.29 Теоретические основы электротехники
2	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.30 Теоретические основы автоматики и телемеханики
2	Б1.О.45 Теория электрической тяги
3	Б1.О.47 Релейная защита
4	Б1.О.49 Электроснабжение нетяговых потребителей
5	Б1.О.50 Автоматизация систем электроснабжения
6	Б2.О.02(П) Производственная - технологическая практика
7	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование компетенции
ПК-1. Способен организовывать и выполнять работы (технологические процессы) по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы обеспечения движения поездов на основе знаний об	ПК-1.1. Применяет знания устройства, принципа действия, технических характеристик и конструктивных особенностей основных элементов, узлов и устройств системы обеспечения движения поездов	<b>Знать:</b> теорию магнитных и электромагнитных полей, конструкцию электрических машин, физику работы машин постоянного тока, асинхронных и синхронных машин, трансформаторов; способы электромеханического преобразования энергии; физику нагрева и технологию охлаждения электрических машин
		<b>Уметь:</b> с учётом характеристик, параметров и условий работы электрических машин применять и эксплуатировать их в системах обеспечения движения поездов

особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и ремонта		<b>Владеть:</b> методами выбора и расчёта электрических машин систем обеспечения движения поездов; опытом экспериментального определения характеристик электрических машин систем обеспечения движения поездов
--	--	--

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма					Заочная форма					Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				Курс/сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	<b>Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии</b>	4	2			2	3/летняя				2	ПК-1.1
1.1	Введение. Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Классификация электрических машин. Физические основы устройства электрических машин. Значение электрических машин в промышленности и на транспорте	4	2				3/летняя				2	ПК-1.1
2.0	<b>Раздел 2. Машины постоянного тока</b>	4	10	6	6	6	3/летняя				26	ПК-1.1
2.1	Общие вопросы теории электрических машин постоянного тока. Принцип работы и конструкция машин постоянного тока	4	2				3/летняя				2	ПК-1.1
2.2	Машина постоянного тока. Решение задач	4		2			3/летняя				2	ПК-1.1
2.3	Лабораторная работа № 1. Исследование генератора постоянного тока с независимым возбуждением	4			2		3/летняя				2	ПК-1.1
2.4	ЭДС якоря и электромагнитный момент. Реакция якоря и ее виды. Влияние реакции якоря на основной магнитный поток машины. Напряжения между коллекторными пластинами и компенсационная обмотка	4	2			1	3/летняя				3	ПК-1.1
2.5	Классификация машин постоянного тока. Генераторы постоянного тока	4	2			1	3/летняя				3	ПК-1.1
2.6	Машина постоянного тока. Решение задач	4		2			3/летняя				2	ПК-1.11
2.7	Лабораторная работа № 2. Снятие внешней характеристики генератора постоянного тока с параллельным возбуждением	4			2		3/летняя				2	ПК-1.1
2.8	Классификация машин постоянного тока. Двигатели постоянного тока	4	2			1	3/летняя				3	ПК-1.1
2.9	Особенности применения двигателей постоянного тока. Пуск двигателей постоянного тока. Регулирование вращения и устойчивость работы двигателя	4	2			1	3/летняя				3	ПК-1.1
2.10	Машина постоянного тока. Решение задач	4		2			3/летняя				2	ПК-1.1
2.11	Лабораторная работа № 3. Исследование двигателя постоянного тока	4			2		3/летняя				2	ПК-1.1
2.12	Оформление отчетов по практическим и лабораторным работам. Выполнение тренировочного тестирования	4				2						ПК-1.1

3.0	<b>Раздел 3. Трансформаторы, автотрансформаторы, специальные трансформаторы</b>	4	12	6	8/4	28	3/ летняя	8	4	4/4	26	ПК-1.1
3.1	Принцип работы и конструкция трансформаторов. Магнитопровод и обмотки трансформаторов. Уравнения и схемы замещения трансформаторов	4	2				3/ летняя	2				ПК-1.1
3.2	Работа трансформатора под нагрузкой. Физические условия работы, векторные и энергетические диаграммы. Регулирование напряжения трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора	4	2				3/ летняя	2			2	ПК-1.1
3.3	Трансформаторы. Решение задач	4		2			3/ летняя		2		2	ПК-1.1
3.4	Лабораторная работа № 6. Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора	4			2/2		3/ летняя			2/2	2	ПК-1.1
3.5	Трехфазные трансформаторы. Схемы и группы соединений. Условия параллельной работы трансформаторов	4	2				3/ летняя	2			2	ПК-1.1
3.6	Автотрансформаторы. Трансформаторы специального назначения	4	2				3/ летняя	2			2	ПК-1.1
3.7	Трансформаторы. Решение задач	4		2			3/ летняя		2		2	ПК-1.1
3.8	Лабораторная работа № 7. Снятие характеристик холостого хода однофазного трансформатора	4			2/2		3/ летняя			2/2	2	ПК-1.1
3.9	Эксплуатация силовых трансформаторов на энергетических объектах. Температурные и нагрузочные режимы работы трансформаторов. Защита трансформаторов	4	2				3/ летняя				2	ПК-1.1
3.10	Эксплуатация силовых трансформаторов на энергетических объектах. Защита трансформаторов	4	2				3/ летняя				2	ПК-1.1
3.11	Трансформаторы. Решение задач	4		2			3/ летняя				2	ПК-1.1
3.12	Лабораторная работа № 8. Снятие характеристик короткого замыкания однофазного трансформатора	4			2		3/ летняя				2	ПК-1.1
3.13	Лабораторная работа № 9. Снятие внешней характеристики однофазного трансформатора при активной нагрузке	4			2		3/ летняя				2	ПК-1.1
3.14	Оформление отчетов по практическим и лабораторным работам. Выполнение тренировочного тестирования	4				7	3/ летняя				2	ПК-1.1
3.15	Расчетно-графическая работа «Расчет трехфазного силового трансформатора с масляным охлаждением»	4				23						ПК-1.1
4.0	<b>Раздел 4. Асинхронные машины</b>	4	4	2	3	1,5	3/ летняя				7	ПК-1.1
4.1	Принцип работы и конструкция асинхронных машин. Классификация асинхронных машин. Вращающееся магнитное поле. Режимы работы асинхронных машин. Уравнения электрического состояния	4	2				3/ летняя				2	ПК-1.1

4.2	Энергетические диаграммы асинхронных машин. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Рабочие характеристики асинхронного двигателя	4	2			3/ летняя				2	ПК-1.1
4.3	Асинхронные машины. Решение задач	4		2		3/ летняя				2	ПК-1.1
4.4	Лабораторная работа № 4. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	4			2	3/ летняя				2	ПК-1.1
4.5	Лабораторная работа № 5. Исследование асинхронного генератора	4			1	3/ летняя				1	ПК-1.1
4.6	Оформление отчетов по практическим и лабораторным работам. Выполнение тренировочного тестирования	4				1,5					ПК-1.1
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Синхронные машины</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>		<b>1,5</b>	<b>3/ летняя</b>			<b>7</b>	<b>ПК-1.1</b>
5.1	Принцип работы и конструкция синхронных машин. Работа многофазных синхронных генераторов при симметричной нагрузке. Основные виды векторных диаграмм напряжений синхронных генераторов	4	2				3/ летняя			2	ПК-1.1
5.2	Синхронные двигатели и компенсаторы. Колебания синхронных машин. Системы возбуждения	4	2				3/ летняя			2	ПК-1.1
5.3	Синхронные машины. Решение задач	4		3			3/ летняя			3	ПК-1.1
5.4	Оформление отчетов по практическим и лабораторным работам. Выполнение тренировочного тестирования	4				1,5	3/ летняя				ПК-1.1
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Основы электропривода. Наладка электрических машин</b>	<b>4</b>	<b>2</b>				<b>3/ летняя</b>			<b>2</b>	<b>ПК-1.1</b>
6.1	Основы электропривода. Основные уравнения и правила. Система подчиненного регулирования электроприводом постоянного тока. Наладка электрических машин	4	2				3/ летняя			2	ПК-1.1
	Выполнение контрольной работы						3/ летняя			38	ПК-1.1
	Форма промежуточной аттестации - экзамен	4			36		3/ летняя		18		ПК-1.1

\* Код индикатора достижения компетенции проставляется или для всего раздела, или для каждой темы, или для каждого вида работы.

Примечание. В разделе через косую черту указываются часы, реализуемые в форме практической подготовки

### **5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Института, доступной обучающемуся через его личный кабинет

### **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **6.1 Учебная литература**

##### **6.1.1 Основная литература**

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Ванурин, В. Н. Электрические машины: учебник / В. Н. Ванурин. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2015-5. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/72974">https://e.lanbook.com/book/72974</a> (дата обращения: 23.04.2024).	онлайн
6.1.1.2	Епифанов, А. П. Электрические машины: учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/95139">https://e.lanbook.com/book/95139</a> (дата обращения: 23.04.2024).	онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Епифанов, А. П. Электрические машины: учебник / А. П. Епифанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2006. — 272 с. — ISBN 5-8114-0669-X. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/591">https://e.lanbook.com/book/591</a> (дата обращения: 10.06.2023).	онлайн
6.1.2.2	Электрические машины: учебник для вузов / Копылов И. П. - 2-е изд., перераб. - М.: Высш. школа: Логос, 2000. - 606 с.: ил. - Библиогр.: с. 596. - ISBN 5-06-003841-6.	102
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн/ЭИОС
6.1.3.1	Осипова В.Э. Электрические машины: метод. указания по выполнению лабораторных работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» всех специализаций. - Чита: ЗаБИЖТ, 2016. - 38 с. [Электронный ресурс]: <a href="https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=20356.pdf">https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=20356.pdf</a> (дата обращения: 23.04.2024)	онлайн/ ЭИОС
6.1.3.2	Роголёв А.В. Электрические машины: методические указания по выполнению практических работ и внеаудиторной самостоятельной работы для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов». – Чита: ЗаБИЖТ, 2017.–40с. [Электронный ресурс]: <a href="https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=22993.pdf">https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=22993.pdf</a> (дата обращения: 23.04.2024)	онлайн / ЭИОС
6.1.3.3	Роголёв А.В. Электрические машины: методические указания по выполнению расчетно-графической и контрольной работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» всех специализаций. – Чита: ИрГУПС, ЗаБИЖТ, 2020–40с. [Электронный ресурс]: <a href="https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=30869.pdf">https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=30869.pdf</a> (дата обращения: 23.04.2024)	онлайн / ЭИОС
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	АСУ Библиотека ЗаБИЖТ <a href="http://zabizht.ru">http://zabizht.ru</a> ;	
6.2.2	ЭБС "Издательство "Лань" <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows 7 Professional, лицензия № 49156201, государственный контракт от 03.10.2011 г. № 139/53-ОАЭ-11	
6.3.1.2	Microsoft Office 2007 Standard, лицензия № 45777622, государственный контракт от 10.08.2009 г. №64/17-ОА-09; Microsoft Office 2007 Standard, лицензия № 44718393, государственный контракт от 18.10.2008 г. № 92/32А-08	
6.3.1.3	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	

6.3.1.4	АСУ «Библиотека», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009611107, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19.02.2009
6.3.1.5	БД АСУ «Библиотека», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009620102, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 27.02.2009
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Не предусмотрено
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Информационно-справочная система «Гарант»
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрено

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Учебный и лабораторный корпуса ЗаБИЖТ ИрГУПС находятся по адресу: 672040 Забайкальский край, город Чита, улица Магистральная, дом 11
2	Учебная аудитория 2.25 для проведения практических занятий, лабораторных работ, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (стенд «Электрические машины ЭМ – ПО» - 2 шт., стенд «Трансформаторы и автотрансформаторы ТиАТ – ПО»), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий семинарского типа и лабораторных работ имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
3	Учебная аудитория 1.25 для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедиапроектор, экран (переносной), ноутбук (переносной)), служащими для представления специализированной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
4	Учебная аудитория 2.1 для проведения практических занятий, лабораторных работ, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (компьютеры с подключением к сети интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС, телевизор), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения практических занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
5	Учебная аудитория 2.3 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (компьютеры с подключением к сети Интернет, обеспечивающие доступ в электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС, учебно-наглядные пособия, стенд «Модель тяговой подстанции» Соходо, стойки КП и КПП системы телемеханики МСТ-95, разъединитель КС в комплекте с приводом - 3шт., стол – пульт МСТ-95, цифровой осциллограф с памятью «Тектроникс - 224», аппаратура управления разъединителями контактной сети АУП - 4М), служащими для представления специализированной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
6	Учебная аудитория 3.7 для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедиапроектор, экран, ноутбук (переносной)), служащими для представления специализированной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
7	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены специализированной мебелью и компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети Интернет с выходом в электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: - читальный зал; - 2.11, 2.17



8	Помещение 3.25 для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащенность: компьютеры, ручной слесарный инструмент, электротехнический инструмент, принадлежности для пайки, мебель, учебно-наглядные пособия.
---	---

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>На лекциях обучающиеся получают самые необходимые данные, во многом дополняющие и корректирующие учебники. Умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения является неперенным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей.</p> <p>Слушание и запись лекций – сложные виды работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность обучающегося. Слушая лекции, надо отвлекаться при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал. Внимание человека неустойчиво. Требуется волевые усилия, чтобы оно было сосредоточенным. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Это должно быть сделано самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое "конспектирование" приносит больше вреда, чем пользы. Некоторые обучающиеся просят иногда лектора "читать помедленнее". Но лекция не может превратиться в лекцию-диктовку. Это очень вредная тенденция, ибо в этом случае обучающийся механически записывает большое количество услышанных сведений, не размышляя над ними.</p> <p>Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно» и т.п. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Работая над конспектом лекций, нужно использовать не только учебник, но и рекомендованную дополнительную литературу. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями. Функция обучающегося – не только переработать информацию, но и активно включиться в открытие неизвестного для себя знания.</p> <p>Общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций: Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист, которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме.</p> <p>Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их.</p> <p>В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами. Каждому обучающемуся необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.</p> <p>В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.</p> <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном занятии</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и</p>

	<p>овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины.</p>
Лабораторное занятие	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведение натуральных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.).</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину.</p> <p>Практическая подготовка, включаемая в лабораторные работы, предполагает выполнение обучающимся отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование умений и практических навыков</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам. Обучающийся изучает учебный материал и если, несмотря на изученный материал, задания выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия и/или консультацию лектора.</p> <p>Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа обучающегося над усвоением учебного материала может выполняться в библиотеке, аудиториях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Учебный материал учебной дисциплины, предусмотренный учебным планом для усвоения обучающимся в процессе самостоятельной работы, выносится на промежуточную аттестацию наряду с учебным материалом, который</p>

	<p>разрабатывался при проведении учебных занятий.</p> <p>Содержание самостоятельной работы обучающегося определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в аудиторной и внеаудиторной формах</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1 Общие положения

Фонд оценочных средств является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонды оценочных средств предназначены для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Института, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. С учетом действующего в Институте Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения ОПОП; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Электрические машины» участвует в формировании компетенции:

ПК-1. Способен организовывать и выполнять работы (технологические процессы) по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы обеспечения движения поездов на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и ремонта.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (раздел/тема дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>4 семестр</b>				
1	Текущий контроль	Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Раздел 2. Машины постоянного тока. Раздел 3. Трансформаторы, автотрансформаторы, специальные трансформаторы. Раздел 4. Асинхронные машины. Раздел 5. Синхронные машины. Раздел 6. Основы электропривода. Наладка электрических машин	ПК-1.1	Разноуровневые задачи (письменно), тестирование (компьютерные технологии), собеседование (устно), расчетно-графическая работа (письменно), защита лабораторной работы (устно). В рамках ПП**: защита лабораторной работы (устно)
2	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Раздел 2. Машины постоянного тока. Раздел 3. Трансформаторы, автотрансформаторы, специальные трансформаторы. Раздел 4. Асинхронные машины. Раздел 5. Синхронные машины. Раздел 6. Основы электропривода. Наладка электрических машин	ПК-1.1	Экзамен (собеседование), экзамен – тестирование (компьютерные технологии)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии

\*\*ПП – практическая подготовка

### Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (раздел/тема дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>Курс 3, сессия летняя</b>				
1	Текущий контроль	Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Раздел 2. Машины постоянного тока. Раздел 3. Трансформаторы, автотрансформаторы, специальные трансформаторы. Раздел 4. Асинхронные машины. Раздел 5. Синхронные машины. Раздел 6. Основы электропривода.	ПК-1.1	Разноуровневые задачи (письменно), собеседование (устно), защита лабораторной работы (устно), контрольная работа (письменно). В рамках ПП**: защита лабораторной работы (устно)

		Наладка электрических машин		
2	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Раздел 2. Машины постоянного тока. Раздел 3. Трансформаторы, автотрансформаторы, специальные трансформаторы. Раздел 4. Асинхронные машины. Раздел 5. Синхронные машины. Раздел 6. Основы электропривода. Наладка электрических машин	ПК-1.1	Экзамен (собеседование), экзамен – тестирование (компьютерные технологии)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии

\*\*ПП – практическая подготовка

## 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования. Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Разноуровневые задачи	Различают задачи: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений,	Типовые разноуровневые задачи

		навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
2	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
3	Контрольная работа (К)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы
4	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения расчетно-графической работы
5	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
6	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты
7	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и типовое (ые) практическое (ие) задание (я) к экзамену (образец экзаменационного билета)
8	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена.  
Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий



«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Разноуровневые задачи

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»	Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»	Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа. Не было попытки решить задачу

Собеседование

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	В ответе обучающегося отражены основные концепции и теории по данному вопросу, проведен их критический анализ и сопоставление, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами и экспериментальными данными. Обучающимся формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«хорошо»	В ответе обучающегося описываются и сравниваются основные современные

	концепции и теории по данному вопросу, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами, обучающимся формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«удовлетворительно»	В ответе обучающегося отражены лишь некоторые современные концепции и теории по данному вопросу, анализ и сопоставление этих теорий не проводится. Обучающийся испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У обучающегося отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«неудовлетворительно»	Ответ обучающегося не отражает современные концепции и теории по данному вопросу. Обучающийся не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области. Ответ отражает систему «житейских» представлений обучающегося на заявленную проблему, обучающийся не может назвать ни одной научной теории, не дает определения базовым понятиям

### Контрольная работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

### Расчетно-графическая работа (РГР)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание РГР. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание РГР с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении РГР
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание РГР с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления РГР имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении РГР обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

### Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.
	Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок,

	<p>письменный отчет с небольшими недочетами.</p> <p>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.</p> <p>Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)</p>
«удовлетворительно»	<p>Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами.</p> <p>Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами</p>
«неудовлетворительно»	<p>Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен.</p> <p>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.</p> <p>Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки</p>

#### Тестирование – текущий контроль:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»	Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Типовые разноуровневые задачи**

Разноуровневые задачи выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец разноуровневой задачи по теме, предусмотренной рабочей программой дисциплины.

##### **Образец разноуровневой задачи**

Задача 1. Определить номинальный ток вторичной обмотки  $I_{2н}$  однофазного трансформатора, если номинальная мощность  $S_n = 20$  кВА, номинальное напряжение первичной обмотки  $U_{1н} = 10$  кВ, коэффициент трансформации  $k = 15$ .

#### **3.2 Вопросы для собеседования по разделам дисциплины**

Вопросы для собеседования по разделам дисциплины выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины, предусмотренными рабочей программой дисциплины.

##### **Вопросы для собеседования по разделам дисциплины**

#### **Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии**

1. Основные понятия и определения электромеханического преобразования энергии.
2. Классификация электрических машин.
3. Физические основы устройства электрических машин.
4. Значение электрических машин в промышленности и на транспорте.

#### **Раздел 2. Машины постоянного тока**

1. Классификация по способу возбуждения и принцип действия машины постоянного тока в режиме генератора.
2. Классификация по способу возбуждения и принцип действия машины постоянного тока в режиме двигателя.
3. Конструкция МПТ.
4. Учет реакции якоря при сдвиге щеток с нейтрали.
5. ГПТ независимого возбуждения. Его характеристики.
6. Генераторы последовательного и смешанного возбуждения.
7. ДТП параллельного возбуждения. Характеристики, способы регулирования скорости.
8. Основные электромагнитные нагрузки. Постоянная Арнольда.
9. Пуск двигателя постоянного тока.
10. Теплопередача в электрических машинах.
11. Регулирование скорости ДПТ посредством изменения напряжения якоря. Однофазный коллекторный двигатель.
12. Вентиляция электрических машин. Классификация.

13. ДПТ последовательного возбуждения. Способы регулирования скорости.
14. ДПТ с параллельной обмотки возбуждения. Характеристики. Способы регулирования скорости.
15. Конструкция машины постоянного тока.
16. ДПТ последовательного возбуждения. Способы регулирования скорости.

### **Раздел 3. Трансформаторы, автотрансформаторы, специальные трансформаторы**

1. Назначение трансформаторов в системе передачи и распределения электроэнергии. Принцип действия и устройство трансформаторов, классификация, особенности конструкции тяговых трансформаторов.
  1. Теория рабочего процесса трансформатора. Основные уравнения равновесия ЭДС, напряжений и МДС.
  2. Схемы замещения трансформатора.
  3. Векторная диаграмма трансформатора и основные уравнения рабочего процесса при активно-индуктивной нагрузке.
  4. Регулирование напряжения трансформатора. Схемы регулирования.
  5. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
  6. Изменение напряжения трансформатора. Внешняя характеристика.
  7. Несимметричные режимы работы трехфазных трансформаторов.
  8. Параллельная работа трансформаторов. Условия параллельной работы. Неравенство коэффициентов трансформации.
  9. Параллельная работа трансформаторов. Условия параллельной работы. Неравенство напряжения короткого замыкания.
  10. Опыт холостого хода трансформатора. Основные уравнения, векторная диаграмма, потери.
  11. Опыт короткого замыкания трансформатора. Основные уравнения, векторная диаграмма, потери.

### **Раздел 4. Асинхронные машины**

1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.
2. Приведение рабочего процесса асинхронной машины к процессу в машине с заторможенным ротором. Основные уравнения Электрического и магнитного состояния.
3. Схемы замещения асинхронной машины.
4. Основные уравнения и векторные диаграммы асинхронной машины при активной-индуктивной нагрузке.
5. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
6. Круговая диаграмма асинхронной машины из опытов холостого хода и короткого замыкания.
7. Электромагнитный момент асинхронной машины.
8. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
9. Способы пуска асинхронного двигателя. Пуск двигателя с реостатом цепи ротора с графиками изменения момента и тока во времени.
10. Регулирование угловой скорости асинхронного двигателя. Изменение числа пар полюсов. Механические характеристики.
11. Регулирование угловой скорости асинхронного двигателя. Изменение скольжения. Механические характеристики.
12. Частотное управление тяговыми асинхронными двигателями. Закон частотного регулирования. Механические характеристики.
13. Торможение асинхронных двигателей. Способы торможения, показать на графиках механических характеристик.
14. Несимметричные режимы работы асинхронного двигателя.

15. Однофазные асинхронные двигатели.
16. Пуск однофазных асинхронных двигателей, конденсаторные двигатели.

## **Раздел 5. Синхронные машины**

1. Элементы конструкции синхронных машин. Принцип действия в режиме генератора.
2. Теория рабочего процесса синхронных машин. Реакция якоря при чисто активной нагрузке.
3. Теория рабочего процесса синхронных машин. Реакция якоря при чисто индуктивной нагрузке.
4. Теория рабочего процесса синхронных машин. Реакция якоря при чисто емкостной нагрузке.
5. Основное уравнение напряжения генератора. Основная диаграмма ЭДС (диаграмма Blondеля) при активной-индуктивной нагрузке. Индуктивные сопротивления реакции якоря.
6. Преобразованная векторная диаграмма синхронного генератора. Синхронные индуктивные сопротивления.
7. Упрощенная векторная диаграмма синхронного генератора.
8. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент синхронной машины.
9. Характеристики синхронных генераторов при автономной работе.
10. Параллельная работа синхронных генераторов. Условия параллельной работы.
11. Синхронные режимы параллельной работы синхронной машины. Изменение реактивной мощности. Векторные диаграммы. Синхронные компенсаторы.
12. Синхронные режимы параллельной работы синхронной машины. Изменение активной мощности. Векторные диаграммы.
13. Синхронные двигатели. Способы пуска. Рабочие характеристики.
14. Специальные синхронные машины. Однофазные генераторы. Индукторные генераторы.

## **Раздел 6. Основы электропривода. Наладка электрических машин**

1. Основы электропривода.
2. Основные уравнения и правила.
3. Система подчиненного регулирования электроприводом постоянного тока.
4. Наладка электрических машин

### **3.3 Типовое задание для выполнения контрольной работы**

Варианты заданий для выполнения контрольной работы выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типового задания для выполнения контрольной работы по темам дисциплины, предусмотренными рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта задания для выполнения контрольной работы  
«Расчет основных параметров трехфазного силового трансформатора»

Задание:

1. Определить основные электрические величины трансформатора.
2. Произвести расчет обмотки низшего напряжения (НН).
3. Произвести расчет обмотки высшего напряжения (ВН).
4. Определение параметров короткого замыкания.
5. Определение параметров холостого хода.

Исходные данные для расчета выбираются по варианту (приведены в таблицах 2.1 и 2.2 методического пособия по выполнению контрольной работы).

### 3.4 Типовое задание для выполнения расчетно-графической работы

Варианты заданий для выполнения расчетно-графической работы выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типового задания для выполнения расчетно-графической работы по темам дисциплины, предусмотренными рабочей программой дисциплины.

Образец типового задания для выполнения расчетно-графической работы

«Расчет основных параметров трехфазного силового трансформатора»

Задание:

1. Определить основные электрические величины трансформатора.
2. Произвести расчет обмотки низшего напряжения (НН).
3. Произвести расчет обмотки высшего напряжения (ВН).
4. Определение параметров короткого замыкания.
5. Определение параметров холостого хода.

Исходные данные для расчета выбираются по варианту (приведены в таблицах 2.1 и 2.2 методического пособия по выполнению расчетно-графической работы).

### 3.5 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-1.1. Знает устройство, принцип действия, технические характеристики и конструктивные особенности основных элементов, узлов и устройств системы обеспечения движения поездов	Основные понятия и определения. Классификация электрических машин. Физические основы устройства электрических машин. Значение электрических машин в промышленности и на транспорте	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
	Общие вопросы теории электрических машин постоянного тока. Принцип работы и конструкция машин постоянного тока	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
	ЭДС якоря и электромагнитный момент. Реакция якоря и ее виды. Влияние реакции якоря на основной магнитный поток машины. Напряжения между коллекторными пластинами и компенсационная обмотка	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
	Классификация машин постоянного тока. Генераторы постоянного тока	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ

		1 – 3ТЗ
Классификация машин постоянного тока. Двигатели постоянного тока	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Особенности применения двигателей постоянного тока. Пуск двигателей постоянного тока. Регулирование вращения и устойчивость работы двигателя	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Принцип работы и конструкция трансформаторов. Магнитопровод и обмотки трансформаторов. Уравнения и схемы замещения трансформаторов	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Работа трансформатора под нагрузкой. Физические условия работы, векторные и энергетические диаграммы. Регулирование напряжения трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Трехфазные трансформаторы. Схемы и группы соединений. Условия параллельной работы трансформаторов	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Автотрансформаторы. Трансформаторы специального назначения	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Эксплуатация силовых трансформаторов на энергетических объектах. Температурные и нагрузочные режимы работы трансформаторов. Защита трансформаторов	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Эксплуатация силовых трансформаторов на энергетических объектах. Защита трансформаторов	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Принцип работы и конструкция асинхронных машин. Классификация асинхронных машин. Вращающееся магнитное поле. Режимы работы асинхронных машин. Уравнения электрического состояния	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
Энергетические диаграммы асинхронных машин. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Рабочие характеристики асинхронного двигателя	Знание	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Умение	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
	Действие	1 – ОТЗ 1 – 3ТЗ



	Принцип работы и конструкция синхронных машин. Работа многофазных синхронных генераторов при симметричной нагрузке. Основные виды векторных диаграмм напряжений синхронных генераторов	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
	Синхронные двигатели и компенсаторы. Колебания синхронных машин. Системы возбуждения	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
	Основы электропривода. Основные уравнения и правила. Система подчиненного регулирования электроприводом постоянного тока. Наладка электрических машин	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
Итого		51 – ОТЗ 51 – ЗТЗ	

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. Как соединены первичная и вторичная обмотки трехфазного трансформатора, если трансформатор имеет 11 группу (Y – звезда, Δ – треугольник)?

1. Y/Δ
2. Δ/Y
3. Y/Y
4. Δ/Δ

2. Как отличаются по массе магнитопровод и обмотка обычного трансформатора от автотрансформатора, если коэффициенты трансформации одинаковы  $K=1,95$ ? Мощность и номинальные напряжения аппаратов одинаковы

- а) Не отличаются.
- б) Массы магнитопровода и обмотки автотрансформатора меньше масс магнитопровода и обмоток обычного трансформатора соответственно.
- в) Масса магнитопровода автотрансформатора меньше массы магнитопровода обычного трансформатора, а массы обмоток равны.
- г) Массы магнитопровода и обмоток обычного трансформатора меньше, чем у соответствующих величин автотрансформатора.

3. Как передается электрическая энергия из первичной обмотки автотрансформатора во вторичную <..... >.

4. Что произойдет с током первичной обмотки трансформатора, если нагрузка трансформатора увеличится <..... >.

5. В каком режиме работает измерительный трансформатор напряжения <..... >.

6. В каком режиме работает измерительный трансформатор тока <..... >.

7. В трансформаторе, понижающем напряжение с 220 В до 6,3 В, можно использовать проводники сечениями  $S_1=1 \text{ мм}^2$  и  $S_2=9 \text{ мм}^2$ . Как правильно использовать провод с сечением  $S_1=1 \text{ мм}^2$ :

- а) Только в обмотке высшего напряжения (220 В).
- б) Только в обмотке низшего напряжения (6,3 В).
- в) Обе обмотки намотать проводом сечением  $S_2=9 \text{ мм}^2$ .
- г) Обе обмотки намотать проводом сечением  $S_2=1 \text{ мм}^2$ .

8. Два трансформатора одинаковой мощности  $Tr_1$  и  $Tr_2$ , подключенные к одной питающей сети переменного тока, включены параллельно и работают на общую нагрузку. Коэффициенты трансформации обоих трансформаторов одинаковы, а напряжение короткого замыкания трансформатора  $Tr_1$  больше, чем напряжение короткого замыкания трансформатора  $Tr_2$  ( $U_{1к1} > U_{1к2}$ ). Что будет происходить с трансформаторами:

- а) Будут перегреваться оба трансформатора.
- б) Будет перегреваться  $Tr_2$ .
- в) Оба трансформатора будут нормально работать.
- г) Будет перегреваться  $Tr_1$ .

9. Для чего при пуске ДПТ в цепь якоря включают последовательно реостат <..... >.

10. Основные части электрической машины постоянного тока <:.....:>

11. Для электрического контакта с внешней сетью в МПТ применяют <:.....:>

12. Имеется два одинаковых трансформатора  $Tr_1$  и  $Tr_2$ . У первого трансформатора  $Tr_1$  сердечник изготовлен из листов электротехнической стали толщиной 0,35 мм, у второго  $Tr_2$  – 0,5 мм. В каком соотношении находятся их КПД  $\eta$ :

- а)  $\eta_1 = \eta_2$ .
- б)  $\eta_1 > \eta_2$ .
- в)  $\eta_1 < \eta_2$ .
- г)  $\eta_1 = 0$ .

13. Три трансформатора с сердечниками из одинаковых материалов  $Tr_1$ ,  $Tr_2$  и  $Tr_3$  имеют КПД  $\eta_1=0,82$ ,  $\eta_2=0,98$  и  $\eta_3=0,45$  соответственно. В каком отношении находятся их габаритные размеры  $L_1$ ,  $L_2$  и  $L_3$  <..... >.

14. Три трансформатора  $Tr_1$ ,  $Tr_2$  и  $Tr_3$  из одинаковых материалов имеют КПД  $\eta_1=0,87$ ,  $\eta_2=0,48$  и  $\eta_3=0,95$  соответственно. В каком соотношении находятся их мощности:

- а)  $P_1 > P_2 > P_3$ .
- б)  $P_1 > P_3 > P_2$ .
- в)  $P_3 > P_2 > P_1$ .
- г)  $P_3 > P_1 > P_2$ .

15. Номинальная мощность однофазного трансформатора  $S_n=10500 \text{ кВА}$ , напряжения  $U_{1н}=110 \text{ кВ}$  и  $U_{2н}=6,3 \text{ кВ}$ , напряжение короткого замыкания  $U_{1н}=10,5 \%$ , ток холостого хода  $I_0=3,3 \%$ , потери холостого хода  $P_0=29,5 \text{ кВт}$ , потери короткого замыкания  $P_k=81,5 \text{ кВт}$ . Определить ток короткого замыкания <.....>.

16. Почему воздушные зазоры в трансформаторе делают минимальными?

- а) Для увеличения механической прочности сердечника.
- б) Для уменьшения намагничивающей составляющей тока холостого хода.
- в) Для уменьшения магнитного шума трансформатора.
- г) Для увеличения массы сердечника.

17. Установите соответствие материалов в соответствии с их классом нагревостойкости:

класс Y (90 C)	фторопласт 4, слюда
класс E (120 C)	бумага, х/б ткань
класс C (более 180 C)	пропитанные маслом бумага и картон

18. В порядке возрастания электрической прочности (при нормальных температуре и давлении) материалы следует расположить так:

- а) Воздух, кремнийорганическая резина.
- б) Кабельное масло, кислород.
- в) Рансформаторное масло, элегаз.
- г) Стекло, гетинакс.

### **3.6 Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты, выполняемой в рамках практической подготовки**

Задания для выполнения лабораторных работ и примерные перечни вопросов для их защиты выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты, предусмотренная рабочей программой дисциплины.

Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

#### **Лабораторная работа № 6. Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора**

##### **Задание**

Ознакомиться с принципиальной электрической схемой. Собрать схему. Представить схему для проверки преподавателю. По указанию преподавателя, варьируя последовательным и параллельным соединением R1, R2, добиться необходимого номинала ограничительного резистора. Установить величину нагрузочного резистора R3 на модуле «Активная нагрузка». Включить устройство защитного отключения (УЗО) модуля «Источник питания однофазный» и нажать кнопку ВКЛ на модуле Трехфаз-ный измеритель и Мультиметры. Вращая ручку трехфазного ЛАТРа, установить значение напряжения, например, 200В. С помощью мультиметров снять следующие параметры трансформатора Т2: PV2 – напряжение вторичной обмотки, PA2 – ток вторичной обмотки. Данные занести в таблицу.

##### **Примерный перечень вопросов для защиты лабораторной работы**

1. Назначение трансформаторов в системе передачи и распределения электроэнергии. Принцип действия и устройство трансформаторов, классификация, особенности конструкции тяговых трансформаторов.

2. Теория рабочего процесса трансформатора. Основные уравнения равновесия ЭДС, напряжений и МДС.
3. Схемы замещения трансформатора.
4. Векторная диаграмма трансформатора и основные уравнения рабочего процесса при активно-индуктивной нагрузке.
5. Регулирование напряжения трансформатора. Схемы регулирования.
6. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
7. Изменение напряжения трансформатора. Внешняя характеристика.
8. Несимметричные режимы работы трехфазных трансформаторов.
9. Параллельная работа трансформаторов. Условия параллельной работы. Неравенство коэффициентов трансформации.
10. Параллельная работа трансформаторов. Условия параллельной работы. Неравенство напряжения короткого замыкания.
11. Опыт холостого хода трансформатора. Основные уравнения, векторная диаграмма, потери.
12. Опыт короткого замыкания трансформатора. Основные уравнения, векторная диаграмма, потери.

### **3.7 Перечень теоретических вопросов к экзамену** (для оценки знаний)

#### **Раздел 1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии**

#### **Раздел 2. Машины постоянного тока (генераторы и двигатели)**

1. Классификация по способу возбуждения и принцип действия машины постоянного тока в режиме генератора.
2. Классификация по способу возбуждения и принцип действия машины постоянного тока в режиме двигателя.
3. Методы расчета электромагнитных полей в электрических машинах .
4. Инженерный метод расчета магнитной цепи машины постоянного тока .Кривая намагничивания машины .
5. Расчет магнитного напряжения воздушного зазора машины постоянного тока. Коэффициент Картера.
6. Расчет магнитного напряжения зубцовой зоны машины постоянного тока
7. Расчет магнитного напряжения сердечника полюса станины и сердечника якоря.
8. Количественная оценка реакции якоря.
9. Генераторы постоянного тока (общие сведения, классификация, энергетическая диаграмма, моменты).
10. Конструкция МПТ.
11. Учет реакции якоря при сдвиге щеток с нейтрали.
12. ГПТ независимого возбуждения. Его характеристики.
13. Принцип действия МПТ (на примере простейшей).
14. Замедленная и ускоренная коммутация.
15. Построение внешней характеристики ГПТ по х.х.х. и х.р.т.
16. Магнитная цепь МПТ при холостом ходе (метод расчета).
17. Природа щеточного контакта, причины искрения, степень искрения, круговой огонь.
18. Построение регулировочной характеристики ГПТ по х.х.х. и х.р.т.
19. Магнитное поле и намагничивающая сила воздушного зазора.
20. Меры борьбы с реакцией якоря.
21. Основные номинальные режимы работы электрических машин.
22. Магнитное поле и намагничивающая сила зубцовой зоны.
23. Улучшение коммутации при пульсирующем токе (борьба с трансформаторной

Э.Д.С.)

24. Характеристический (реактивный) треугольник.
25. Намагничивающие силы сердечника якоря, полюсов и ярма.
26. Способы улучшения коммутации.
27. Характеристики ГПТ параллельного возбуждения.
28. Якорные обмотки МПТ (общие сведения, конструкция).
29. Процесс коммутации, уравнения коммутации.
30. Параллельная работа ГПТ.
31. Простая петлевая обмотка.
32. Электродвижущие силы в коммутируемой секции.
33. ДТГ, классификация, энергетическая диаграмма, уравнения напряжения и тока. Скоростная и механическая характеристики
34. Условия симметрии обмоток Э.Д.С. секции, звезда пазовых Э.Д.С.
35. Экспериментальная проверка и настройка коммутации.
36. ГПТ параллельного возбуждения.
37. Уравнительные соединения. Сложная петлевая обмотка.
38. Коммутация сопротивлением, прямолинейная коммутация.
39. Генераторы последовательного и смешанного возбуждения.
40. Простая и сложная волновые обмотки.
41. Реакция якоря и ее виды.
42. ДТГ параллельного возбуждения. Характеристики, способы регулирования скорости.
43. Основные электромагнитные нагрузки. Постоянная Арнольда.
44. Пуск двигателя постоянного тока.
45. Генератор поперечного поля.
46. Регулирование скорости ДПТ.
47. Электромашинный усилитель поперечного поля.
48. Потери и к.п.д. электрических машин. Прямой и косвенный методы определения к.п.д.
49. Теплопередача в электрических машинах.
50. Регулирование скорости ДПТ посредством изменения напряжения якоря. Схема Леонарда - Ильгнера (схема Г-Д).
51. Однофазный коллекторный двигатель.

### **Раздел 3. Трансформаторы, автотрансформаторы, тяговые трансформаторы**

1. Назначение трансформаторов в системе передачи и распределения электроэнергии. Принцип действия и устройство трансформаторов, классификация, особенности конструкции тяговых трансформаторов.
2. Теория рабочего процесса трансформатора. Основные уравнения равновесия ЭДС, напряжений и МДС.
3. Схемы замещения трансформатора.
4. Векторная диаграмма трансформатора и основные уравнения рабочего процесса при активно-индуктивной нагрузке.
5. Регулирование напряжения трансформатора. Схемы регулирования.
6. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
7. Изменение напряжения трансформатора. Внешняя характеристика.
8. Несимметричные режимы работы трехфазных трансформаторов.
9. Параллельная работа трансформаторов. Условия параллельной работы. Неравенство коэффициентов трансформации.
10. Параллельная работа трансформаторов. Условия параллельной работы. Неравенство напряжения короткого замыкания.
11. Параллельная работа трансформаторов. Условия параллельной работы. Неравенство групп соединения обмоток.
12. Опыт холостого хода трансформатора. Основные уравнения, векторная

диаграмма, потери.

13. Опыт короткого замыкания трансформатора. Основные уравнения, векторная диаграмма, потери.

14. Специальные типы трансформаторов: автотрансформаторы, многообмоточные, измерительные, сварочные и импульсные.

#### **Раздел 4. Асинхронные машины**

1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.

2. Приведение рабочего процесса асинхронной машины к процессу в машине с заторможенным ротором. Основные уравнения Электрического и магнитного состояния.

3. Схемы замещения асинхронной машины.

4. Основные уравнения и векторные диаграммы асинхронной машины при активной-индуктивной нагрузки.

5. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.

6. Круговая диаграмма асинхронной машины из опытов холостого хода и короткого замыкания.

7. Электромагнитный момент асинхронной машины.

8. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.

9. Способы пуска асинхронного двигателя. Пуск двигателя с реостатом цепи ротора с графиками изменения момента и тока во времени.

10. Регулирование угловой скорости асинхронного двигателя. Изменение числа пар полюсов. Механические характеристики.

11. Регулирование угловой скорости асинхронного двигателя. Изменение скольжения. Механические характеристики.

12. Частотное управление тяговыми асинхронными двигателями. Закон частотного регулирования. Механические характеристики.

13. Торможение асинхронных двигателей. Способы торможения, показать на графиках механических характеристик.

14. Несимметричные режимы работы асинхронного двигателя.

15. Однофазные асинхронные двигатели.

16. Пуск однофазных асинхронных двигателей, конденсаторные двигатели.

#### **Раздел 5. Синхронные машины**

1. Элементы конструкции синхронных машин. Принцип действия в режиме генератора.

2. Теория рабочего процесса синхронных машин. Реакция якоря при чисто активной нагрузке.

3. Теория рабочего процесса синхронных машин. Реакция якоря при чисто индуктивной нагрузке.

4. Теория рабочего процесса синхронных машин. Реакция якоря при чисто емкостной нагрузке.

5. Основное уравнение напряжения генератора. Основная диаграмма ЭДС (диаграмма Blondеля) при активной-индуктивной нагрузки. Индуктивные сопротивления реакции якоря.

6. Преобразованная векторная диаграмма синхронного генератора. Синхронные индуктивные сопротивления.

7. Упрощенная векторная диаграмма синхронного генератора.

8. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент синхронной машины.

9. Характеристики синхронных генераторов при автономной работе.

10. Параллельная работа синхронных генераторов. Условия параллельной работы.

11. Синхронные режимы параллельной работы синхронной машины. Изменение реактивной мощности. Векторные диаграммы. Синхронные компенсаторы.

12. Синхронные режимы параллельной работы синхронной машины. Изменение активной мощности. Векторные диаграммы.

13. Синхронные двигатели. Способы пуска. Рабочие характеристики.

14. Специальные синхронные машины. Однофазные генераторы. Индукторные

генераторы.

### **Раздел 6. Основы электропривода. Наладка электрических машин**

1. Вентиляция электрических машин. Классификация.
2. ДПТ последовательного возбуждения. Способы регулирования скорости.
3. Условия устойчивости ДПТ.
4. Природа щеточного контакта, причины искрения, степень искрения, круговой огонь.
5. Двигатели смешанного возбуждения. Характеристики.
6. Уравнения нагревания (охлаждения) идеального однородного твердого тела.
7. Реакция якоря и ее виды.
8. Торможение ДПТ.
9. Классификация генераторов по способу возбуждения.
10. Качественная оценка реакции якоря.
11. ДПТ с параллельной обмотки возбуждения. Характеристики. Способы регулирования скорости.
12. Конструкция машины постоянного тока.
13. Коммутация сопротивлением, прямолинейная коммутация.
14. ДПТ последовательного возбуждения. Способы регулирования скорости.

### **3.8 Типовые практические задания к экзамену** (для оценки умений)

Распределение практических заданий к экзамену находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект типовых практических заданий к экзамену не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике в составе ФОС по дисциплине.

Ниже приведен образец типовых практических заданий к экзамену.

#### **Образец типовых практических заданий к экзамену**

Задача 1. Определить номинальный ток вторичной обмотки  $I_{2н}$  однофазного трансформатора, если номинальная мощность  $S_n = 20$  кВА, номинальное напряжение первичной обмотки  $U_{1н} = 10$  кВ, коэффициент трансформации  $k = 15$ .

Задача 2. Определить номинальную мощность трехфазного трансформатора  $S_n$  и номинальный ток первичной обмотки  $I_{1н}$ , если номинальное напряжение первичной обмотки  $U_{1н} = 20$  кВ, номинальное напряжение вторичной обмотки  $U_{2н} = 0.4$  кВ, номинальный ток вторичной обмотки  $I_{2н} = 150$  А.

Задача 3. Найти действующие значения ЭДС в обмотках  $E_1$  и  $E_2$ , если максимальный магнитный поток  $\Phi_{max} = 0.02$  Вб, частота тока  $f = 50$  Гц, числа витков первичной и вторичной обмоток соответственно  $W_1 = 100$ ,  $W_2 = 50$ .

Задача 4. Максимальный магнитный поток в сердечнике однофазного трансформатора  $\Phi_{max} = 0.02$  Вб, число витков первичной обмотки  $W_1 = 500$ . Определить коэффициент трансформации  $k$  и подведенное напряжение  $U_1$ , если напряжение на зажимах вторичной обмотки в режиме холостом ходе  $U_{2o} = 127$  В, частота напряжения сети  $f = 50$  Гц.

Задача 5. Номинальное напряжение первичной обмотки однофазного трансформатора  $U_{1н} = 200$  В, мощность нагрузки  $P_2 = 1$  кВт, коэффициент мощности нагрузки  $\cos \varphi_2 = 0.8$ . Определить значение коэффициента трансформации  $k$ .

### **3.9 Типовые практические задания к экзамену** (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

Распределение практических заданий к экзамену находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект типовых практических заданий к экзамену не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике в составе ФОС по дисциплине.

Ниже приведен образец типовых практических заданий к экзамену.

#### Образец типовых практических заданий к экзамену

1. Обмотка четырёхполюсного ( $p = 2$ ) генератора постоянного тока состоит из  $N = 690$  проводов, разбитых на две пары параллельных ветвей ( $a = 2$ ). Определить постоянную генератора  $c_E$ , найти ЭДС при скорости вращения якоря  $n = 1000$  об/мин и двух значениях магнитного потока:  $\Phi_1 = 0,02$  Вб;  $\Phi_2 = 0,015$  Вб.

2. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением (рис.1.) работает на нагрузку, сопротивление которой  $R_H = 5$  Ом, сопротивление обмотки якоря  $R_a = 0,2$  Ом, сопротивление обмотки возбуждения  $R_B = 230$  Ом, напряжение на зажимах генератора  $U = 230$  В.

Определить:

- ЭДС генератора;
- электромагнитную мощность;
- потери мощности в обмотках якоря и возбуждения;
- КПД, если известно, что в режиме холостого хода генератор потребляет от привода  $P_o = 700$  Вт, в номинальном режиме на каждой щётке падает напряжение  $\Delta U = 0,5$  В.

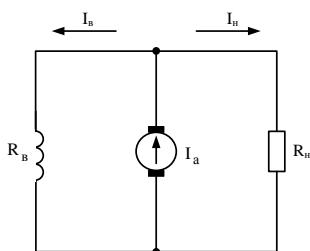


Рис. 1.

3. Двигатель постоянного тока имеет следующие данные, приведенные на его щитке:  $P=3,2$  кВт,  $U=110$  В,  $I=38,2$  А,  $n = 3000$  об/мин.

Определить вращающий момент и КПД двигателя.

4. Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением характеризуется следующими данными: число пар полюсов  $p = 2$ , число проводов обмотки якоря  $N = 690$ , число пар параллельных ветвей  $a = 2$ , номинальный магнитный поток  $\Phi = 0,01$  Вб, сопротивление обмотки якоря  $R_a = 0,134$  Ом, ток возбуждения при номинальном напряжении  $I_B = 3$  А, потребляемый из сети в номинальном режиме работы  $I_H = 100$  А, номинальная скорость двигателя  $n_{ном} = 1500$  об/мин, коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке  $\eta = 0,91$ .

5. В цепь обмотки возбуждения шунтового двигателя постоянного тока включен регулировочный реостат  $R_p$  (рис.2.). Напряжение питания  $U = 220$  В. При токе возбуждения  $I_B = 2$  А скорость двигателя  $n=1000$  об/мин. Сопротивление обмотки возбуждения  $R_B = 55$  Ом. Найти сопротивление регулировочного реостата, необходимое для изменения скорости в диапазоне от 500 до 2000 об/мин. Магнитный поток возбуждения считать пропорциональным току возбуждения  $\Phi_B=kI_B$ , падением напряжения на активном сопротивлении обмотки якоря пренебречь.



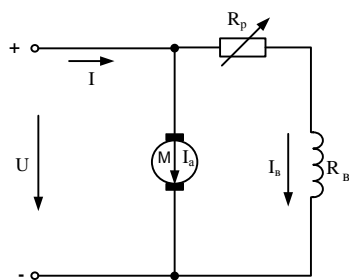


Рис. 2.

6. Максимальный магнитный поток в сердечнике однофазного трансформатора равен 0,002 Вб. При холостом ходе измерено напряжение на вторичной обмотке, равное 127 В. Число витков первичной обмотки  $\omega_1 = 495$ . Частота сети 50 Гц.

Найти 1) коэффициент трансформации; 2) напряжение питающей сети.

7. При холостом ходе измерены напряжения на входе однофазного трансформатора  $U_1 = 6$  кВ и на выходе  $U_2 = 400$  В. При номинальной нагрузке трансформатор потребляет из сети полную мощность  $S_1 = 25$  кВ·А.

Определить ток  $I_2$  во вторичной цепи трансформатора (ток нагрузки). Потерями в трансформаторе пренебречь.

8. Однофазный трансформатор при активной нагрузке потребляет из сети мощность  $P_1 = 16$  кВт. Коэффициент полезного действия трансформатора  $\eta = 0,95$ . Ток в первичной обмотке  $I_1 = 1,6$  А. Коэффициент трансформации  $k = 25$ . Найти напряжения на входе и выходе трансформатора.

9. Номинальная мощность на выходе однофазного трансформатора  $P_2 = 500$  Вт. При опыте холостого хода ваттметр показал, что трансформатор потребляет из сети мощность 10 Вт. При опыте короткого замыкания потребляемая мощность составила 40 Вт. Допустимая погрешность ваттметра 1,5%. Определить КПД трансформатора при номинальной мощности на выходе.

10. Автотрансформатор, схема которого изображена на рис. 3., включен в сеть с напряжением  $U_1 = 220$  В.

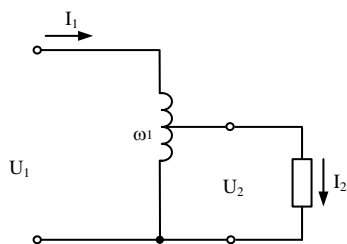


Рис. 3.

Напряжение на вторичных зажимах  $U_2 = 180$  В, ток нагрузки  $I_2 = 10$  А.

Обмотка имеет  $w_1 = 500$  витков. Определить площадь поперечного сечения провода, из которого сделана обмотка, если максимально допустимая плотность тока равна  $2,5$  А/мм<sup>2</sup>.

11. Найти напряжение на зажимах синхронного трёхфазного генератора, работающего в режиме холостого хода, при соединении обмоток треугольником и звездой, если известны частота  $f_1 = 50$  Гц, количество витков, размещённых в пазах статора,  $w = 180$ , обмоточный коэффициент  $k_{об} = 0,92$ , амплитудное значение магнитного потока одной фазы  $\Phi_m = 0,013$  Вб.

12. Трёхфазный асинхронный короткозамкнутый двигатель работает со скольжением  $s = 4\%$ . Известны: частота питающего напряжения

$f = 50$  Гц, значение вращающего магнитного потока  $\Phi = 0,01$  Вб, число витков одной фазы обмотки статора  $w_1 = 100$ , число витков одной фазы ротора  $w = 1$ , обмоточный коэффициент статора  $k_1 = 0,95$ , обмоточный коэффициент ротора  $k_2 = 1$ . Найти ЭДС, которые индуцируются в фазах обмоток статора и ротора. Найти значение ЭДС  $E_2$  в фазе ротора при  $s = 1$  и при холостом ходе.

13. Трёхфазный синхронный двигатель с номинальной мощностью  $P_{\text{ном}} = 500$  кВт и номинальным напряжением  $U_{\text{ном}} = 0,66$  кВ имеет следующие данные: частота  $f_1 = 50$  Гц, количество полюсов  $2p = 4$ . КПД  $\eta_{\text{ном}} = 0,95$ , коэффициент мощности  $\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,8$  (при токе, опережающем по фазе напряжение).

Найти

- а) скорость вращения ротора;
- б) номинальный вращающий момент;
- в) активную и реактивную мощности, потребляемые из сети;
- г) ток статора и его реактивную составляющую.

#### **4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами оформления (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Расчетно-графическая работа (РГР)	Преподаватель не менее, чем за две недели до срока защиты РГР должен сообщить каждому обучающемуся номер варианта РГР. Задания РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ЗаБИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. РГР должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению РГР (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» (в последней редакции). РГР в назначенный срок сдаются на проверку. Если предусмотрена устная защита РГР, то обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем, и отвечает на его вопросы
Защита лабораторной работы	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончании ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста
Разноуровневые задачи	Выполнение разноуровневых задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения заданий разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале

семестра через электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

### Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.


Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ЗаБИЖТ ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из ФТЗ по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

### Образец экзаменационного билета

 ЗаБИЖТ ИрГУПС 20__/20__ учебный год	<b>Экзаменационный билет № 1</b> по дисциплине «Электрические машины»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой «Электроснабжение» ЗаБИЖТ _____ С.А. Филиппов
1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя		
2. Определить номинальный ток вторичной обмотки $I_{2н}$ однофазного трансформатора, если номинальная мощность $S_n = 20$ кВА, номинальное напряжение первичной обмотки $U_{1н} = 10$ кВ, коэффициент трансформации $k = 15$		
3. Трёхфазный синхронный двигатель с номинальной мощностью $P_{ном} = 500$ кВт и номинальным напряжением $U_{ном} = 0,66$ кВ имеет следующие данные: частота $f_1 = 50$ Гц, количество полюсов $2p = 4$ . КПД $\eta_{ном} = 0,95$ , коэффициент мощности $\cos \varphi_{ном} = 0,8$ (при токе, опережающем по фазе напряжение). Найти: а) скорость вращения ротора; б) номинальный вращающий момент; в) активную и реактивную мощности, потребляемые из сети; г) ток статора и его реактивную составляющую		
Составил: Роголёв А.В. _____		