



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
С.И. Лукьянов
«27» сентября 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат


Форма обучения
Заочная

Институт
Кафедра
Курс


энергетики и автоматизированных систем
электроснабжения промышленных предприятий
5

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 3 сентября 2015 г. № 955.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий «05» сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Г.П. Корнилов/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем «27» сентября 2017 г., протокол № 2.

Председатель  / С.И. Лукьянов/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена: Абдулвелеевым И.Р. – старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий.

 / И.Р. Абдулвелеев/
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

начальник ЦЭСиП ПАО «ММК», канд. техн. наук

 / Н.А. Николаев/
(подпись) (И.О. Фамилия)



1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электрооборудование» является изучение устройства, особенностей, режимов работы и требований, предъявляемых к электрооборудованию типовых производственных механизмов промышленных предприятий и в том числе предприятий черной металлургии с полным технологическим циклом.

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- особенностей и режимов работы электрооборудования типовых производственных механизмов, электрооборудования доменного производства, аглофабрик, листовых и сортовых станов горячей прокатки, линий непрерывной обработки полосы, дуговых сталеплавильных печей и агрегатов печь-ковш;
- теоретических основ построения схем управления электрооборудованием и анализа возможных аварийных ситуаций и неисправностей, искать способы их предотвращения.
- практических навыков обслуживания силовой части и цепей управления электрооборудования промышленных предприятий.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Электрооборудование» занимает важное место в образовательной программе бакалавриата направления подготовки 13.03.02. Ее изучение позволит студентам осуществлять грамотный выбор электрооборудования основных производственных механизмов и выполнять для них проектирование систем электроснабжения при выполнении комплексного курсового проекта и написании выпускной квалификационной работы бакалавра. В дальнейшем, в процессе профессиональной деятельности, знания, полученные в процессе изучения данной дисциплины, позволят специалисту-бакалавру выполнять расчет параметров и выбор устройств электротехнического оборудования, а также определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники. Также эти знания будут полезны для различных видов научно-исследовательской деятельности.

Дисциплина изучается на 5 курсе, относится к дисциплинам вариативной части – дисциплины по выбору.

Изучение дисциплины основывается на теоретических знаниях, полученных из дисциплин: Физика (разделы «Механика» и «Электричество и магнетизм»), Математика (разделы: «Линейная алгебра», «Векторная алгебра» и «Дифференциальное и интегральное исчисление»); Теоретические основы электротехники (разделы: «Физические основы электротехники», «Основные законы, элементы и параметры электрических цепей», «Электрические цепи постоянного тока», «Электрические цепи переменного тока», «Переходные процессы в электрических цепях», «Нелинейные электрические цепи постоянного тока», «Магнитные цепи при постоянном магнитном потоке», «Нелинейные электрические цепи переменного тока», «Цепи переменного тока с ферромагнитными элементами»); Материаловедение и технология конструкционных материалов (разделы: «Материалы, применяемые в электроаппаратостроении», «Магнитные материалы» и «Электроизоляционные материалы»).

Дисциплина должна давать теоретическую подготовку в области проектирования и выбора электрооборудования промышленных устройств и механизмов, включая основные агрегаты металлургических предприятий. К основным средствам и организационным мероприятиям, обеспечивающим достижение поставленных целей, относятся: 1) организация лабораторных занятий, посвященных изучению режимов работы электрооборудования основных промышленных механизмов; 2) использование в лекционных материалах новейших материалов о современном электрооборудовании механизмов и агрегатов металлургического производства.

Знания, полученные при изучении дисциплины, используются при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

Дисциплина «Электрооборудование» формирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2 – способностью обрабатывать результаты экспериментов	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные понятия и определения теории обработки экспериментальных данных; – базовые методики обработки результатов экспериментов; – основные методики обработки результатов экспериментов, полученных при испытаниях низковольтного и высоковольтного электрооборудования.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – обрабатывать результаты экспериментов с учетом погрешностей и воздействия внешних факторов; – выделять ключевые характеристики, исходя из результатов экспериментов, полученных при испытаниях низковольтного и высоковольтного электрооборудования; – оценивать текущее состояние и давать заключение о готовности к эксплуатации электрооборудования на основании анализа результатов эксперимента.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками представления полученных экспериментальных результатов; – методами и навыками, необходимыми для обработки и анализа значительных объемов экспериментальных данных; – способами оценки текущего эксплуатационного состояния низковольтного и высоковольтного электрооборудования на основании анализа результатов эксперимента.
ПК-7 – готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные режимы работы низковольтного и высоковольтного электрооборудования; – особенности работы низковольтного и высоковольтного электрооборудования в различных эксплуатационных и аварийных режимах; – физические и математические зависимости параметров работы низковольтного и высоковольтного электрооборудования в различных эксплуатационных и аварийных режимах.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – устанавливать причинно-следственные связи между параметрами технологического процесса и нормальным режимом работы электрооборудования; – определять требуемые режимы работы низковольтного и высоковольтного электрооборудования в зависимости от условий эксплуатации и технологического процесса; – определять номинальные и критические параметры технологического

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	процесса в заданном эксплуатационном режиме.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками расчета допустимых параметров технологического процесса; – методиками и навыками расчета требуемых параметров электрооборудования для заданного технологического процесса; – способами расчета требуемых параметров технологического процесса по заданной методике с учетом выбора оптимального режима эксплуатации электрооборудования.

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 14.9 акад. часа:
 - аудиторная – 12 акад. часа;
 - внеаудиторная – 2.9 акад. часа
- самостоятельная работа – 120.4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8.7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. работы	практич. занятия				
1. Введение	5	1				- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №1	- устный опрос №1	ПК- 2, ПК-7
2. Электрооборудование типовых производственных механизмов. Особенности электрооборудования металлургического производства.		1			15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №2, подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе №1	- устный опрос №2; - коллоквиум по лабораторной работе №1	
3. Электрооборудование доменного производства		1			15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №3	- устный опрос №3; - коллоквиум по лабораторной работе №2	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. работы	практич. занятия				
4. Электрооборудование аглофабрик		1		1	15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №4	- устный опрос №4; - коллоквиум по лабораторной работе №3	ПК- 2, ПК- 7
5. Электрооборудование листовых станов горячей прокатки				1	15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №5	- устный опрос №5; - коллоквиум по лабораторной работе №4	
6. Электрооборудование листовых станов холодной прокатки			1	1	15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №6; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе; подготовка к аудиторной контрольной работе №1	- устный опрос №6; - коллоквиум по лабораторной работе №5; - аудиторная контрольная работа №1	
7. Электрооборудование сортовых прокатных станов			1	1	15	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №7; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	- устный опрос №7; - коллоквиумы по лабораторной работе № 6	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. работы	практич. занятия				
8. Электрооборудование линий непрерывной обработки полосы			1		10	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №8; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	- устный опрос №8; - коллоквиум по лабораторной работе № 7	ПК- 2, ПК- 7
9. Электрооборудование дуговых сталеплавильных печей и агрегатов ковш-печь			1		10,4	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №9; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе подготовка к аудиторной контрольной работе №2	- устный опрос №9; - коллоквиум по лабораторной работе № 8 - аудиторная контрольная работа №2	
Подготовка к экзамену					10	- самостоятельное изучение учебной литературы и конспектов лекций		
Итого по курсу	5	4	4	4	120,4			
Итого по дисциплине		4	4	4	120,4		Экзамен	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрооборудование» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрооборудование» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: 1) использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы специализированного программного обеспечения, сложных структурных схем и большого объема графического материала; 2) использование электронных учебников по отдельным темам занятий; 3) активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос и т.д.

При проведении лабораторных работ используются работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при работе на практических занятиях и при подготовке к итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лекционных и лабораторных занятиях включает в себя: 1) выполнение лабораторных работ согласно программам проведения исследований, указанным в методических указаниях; 2) выполнение расчетной и графической частей отчета по лабораторной работе с консультациями преподавателя; 3) написание аудиторных контрольных работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения и проработки лекционного материала и рекомендованной литературы, написания законченного отчета по лабораторной работе и подготовке к защите, а также в подготовке к устным опросам, аудиторным контрольным работам и экзамену.

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1. Введение	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование -подготовка к устному опросу №1		– устный опрос №1
2. Электрооборудование типовых производственных механизмов. Особенности электрооборудования металлургического производства.	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №2, , подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе №1	15	– устный опрос №2; – коллоквиум по лабораторной работе №1

3. Электрооборудование доменного производства	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №3	15	- устный опрос №3; - коллоквиум по лабораторной работе №2
4. Электрооборудование аглофабрик	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №4	15	- устный опрос №4; - коллоквиум по лабораторной работе №3
5. Электрооборудование листовых станов горячей прокатки	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №5	15	- устный опрос №5; - коллоквиум по лабораторной работе №4
6. Электрооборудование листовых станов холодной прокатки	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №6; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе; подготовка к аудиторной контрольной работе №1	15	- устный опрос №6; - коллоквиум по лабораторной работе №5; - аудиторная контрольная работа №1
7. Электрооборудование сортовых прокатных станов	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №7; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	15	- устный опрос №7; - коллоквиумы по лабораторной работе № 6
8. Электрооборудование линий непрерывной обработки полосы	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №8; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе	10	- устный опрос №8; - коллоквиум по лабораторной работе № 7

9. Электрооборудование дуговых сталеплавильных печей и агрегатов ковш-печь	- самостоятельное изучение учебной литературы; конспектирование - подготовка к устному опросу №9; подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе подготовка к аудиторной контрольной работе №2	10,4	- устный опрос №9; - коллоквиум по лабораторной работе № 8 - аудиторная контрольная работа №2
Подготовка к экзамену	- самостоятельное изучение учебной литературы и конспектов лекций	10	- Экзамен
Итого:		120,4	

Примеры заданий для устного опроса:

Устный опрос №1

- Каковы характерные особенности статических характеристик типовых механизмов: насосов, вентиляторов, компрессоров?
- Какие характерные особенности имеет электрооборудование подъемно-транспортных механизмов?
- Какими способами осуществляется регулирование скорости двигателей постоянного и переменного тока?
- В состав какого электрооборудования промышленных предприятий входят синхронные двигатели?

Устный опрос №3

- Какие механизмы осуществляют загрузку доменной печи?
- Каковы характерные особенности электроприводов вагон-весов и коксопогрузки?
- Какие вспомогательные электроприводы используются для механизмов систем загрузки?
- Какое электрооборудование входит в состав систем безконусной подачи шихты, эксгаустеров и конвейеров?

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2 – Способность обрабатывать результаты экспериментов		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные понятия и определения теории обработки экспериментальных данных; – базовые методики обработки результатов экспериментов; – основные методики обработки результатов экспериментов, полученных при испытаниях низковольтного и высоковольтного электрооборудования. 	<p style="text-align: center;">Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электрооборудование типовых производственных механизмов: насосов, вентиляторов, компрессоров. 2. Электрооборудование подъемно-транспортных механизмов. 3. Регулирование скорости двигателя постоянного тока (напряжением и током возбуждения). 4. Регулирование скорости асинхронного двигателя (переключением пар полюсов, реостатное и частотное регулирование). 5. Особенности применения синхронных двигателей. 6. Системы автоматического регулирования возбуждения синхронных двигателей. 7. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока. 8. Преобразователи частоты с активным выпрямителем (Active-front-end). 9. Тиристорные преобразователи с нулевой и мостовой схемами (шестипульсная и двенадцатипульсная). 10. Тиристорные регуляторы напряжения и устройства плавного пуска, асинхронных и синхронных двигателей. 11. Технологический процесс загрузки доменной печи. 12. Программа и механизмы загрузки доменной печи. 13. Электропривод главного подъема доменной печи. 14. Электроприводы вагон-весов и коксопогрузки доменной печи. 15. Вспомогательные электроприводы механизмов систем загрузки доменной печи. 16. Электропривод безконусной подачи шихты в доменную печь. Электроприводы эксгаустеров и конвейеров. 17. Электрооборудование аглофабрик. 18. Состав электрооборудования агломашины. 19. Оборудование для дробления спека, барабанных охладителей, челноковых распределителей шихты, дозированной подачи шихты.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>20. Электрооборудование методических печей. 21. Электроснабжение электроприводов черновых и чистовых клетей (нерегулируемый и регулируемый привод). 22. Системы управления скоростью двигателя постоянного тока прокатной клетки.</p> <p>Методические рекомендации для подготовки к экзамену Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену) по дисциплине заключается в самостоятельной детальной проработке лекционного материала и материала, вынесенного на самостоятельное изучение с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Рекомендуется производить подготовку систематически, используя все время, предусмотренное учебным планом для самостоятельной работы.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – обрабатывать результаты экспериментов с учетом погрешностей и воздействия внешних факторов; – выделять ключевые характеристики, исходя из результатов экспериментов, полученных при испытаниях низковольтного и высоковольтного электрооборудования; – оценивать текущее состояние и давать заключение о готовности к эксплуатации электрооборудования на основании анализа результатов эксперимента. 	<p>Примерные практические задания к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование схем прямого пуска асинхронных и синхронных двигателей малой мощности в среде Matlab-Simulink 2. Расчет электрических нагрузок доменного цеха 3. Исследование процессов самозапуска мощных синхронных двигателей аглоцеха в среде Matlab-Simulink 4. Построение графиков суммарных нагрузок по секциям 10 кВ непрерывного стана горячей прокатки

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>– практическими навыками представления полученных экспериментальных результатов;</p> <p>– методами и навыками, необходимыми для обработки и анализа значительных объемов экспериментальных данных;</p> <p>– способами оценки текущего эксплуатационного состояния низковольтного и высоковольтного электрооборудования на основании анализа результатов эксперимента.</p>	<p>Устные опросы:</p> <p><u>Устный опрос №1</u></p> <p>Статические характеристики типовых механизмов: насосов, вентиляторов, компрессоров. Электрооборудование подъемно-транспортных механизмов. Регулирование скорости двигателя постоянного тока (напряжением и током возбуждения). Регулирование скорости асинхронного двигателя (переключением пар полюсов, реостатное и частотное регулирование). Особенности применения синхронных двигателей. Системы автоматического регулирования возбуждения синхронных двигателей.</p> <p><u>Устный опрос №2</u></p> <p>Преобразователи частоты со звеном постоянного тока. Преобразователи частоты с активным выпрямителем (Active front end). Тиристорные преобразователи с нулевой и мостовой схемами (шестипульсная и двенадцатипульсная). Тиристорные регуляторы напряжения и устройства плавного пуска, асинхронных и синхронных двигателей.</p> <p><u>Устный опрос №3</u></p> <p>Технологический процесс загрузки доменной печи. Программа и механизмы загрузки доменной печи. Электропривод главного подъема. Электроприводы вагон-весов и коксопогрузки. Вспомогательные электроприводы механизмов систем загрузки (транспортной шихтоподачи, вращающегося распределителя, лебедок зондов и конусов, уравнильных клапанов). Электропривод безконусной подачи шихты. Электроприводы эксгаустеров и конвейеров.</p> <p><u>Устный опрос №4</u></p> <p>Электрооборудование аглофабрик. Состав электрооборудования агломашины. Оборудование для дробления спека, барабанных охладителей, челноковых распределителей шихты, дозированной подачи шихты.</p> <p><u>Устный опрос №5</u></p> <p>Электрооборудование методических печей. Электроснабжение электроприводов черновых и чистовых клетей (нерегулируемый и регулируемый привод). Системы</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>управления скоростью двигателя постоянного тока прокатной клетки. Комплексное электрооборудование черновой клетки на базе синхронного двигателя. Электрооборудование моталок.</p> <p><u>Устный опрос №6</u></p> <p>Особенности взаимосвязанной работы электроприводов клеток стана горячей прокатки. Особенности работы электроприводов клеток стана холодной прокатки. Расчет суммарного графика нагрузки по клетям станов горячей и холодной прокатки. Электроприводы вспомогательных механизмов прокатных станов (слитковозы, нажимные устройства, рольганги, ножницы).</p> <p><u>Устный опрос №7</u></p> <p>Особенности силовой схемы преобразователей частоты электроприводов клеток. Особенности группового питания преобразователей частоты. Особенности автоматической системы контроля загрузки силовых трансформаторов. Обслуживание фильтрокомпенсирующих устройств.</p> <p><u>Устный опрос №8</u></p> <p>Электрооборудование разматывателей, натяжных станций, накопителей полосы, дрессировочной клетки, моталки. Электрооборудование печных зон агрегатов непрерывного горячего цинкования. Электрооборудование секции химической очистки. Электрооборудование гальванических ванн агрегатов горячего лужения.</p> <p><u>Устный опрос №9</u></p> <p>Основное электрооборудование сверхмощных дуговых сталеплавильных печей и агрегатов печь-ковш. Особенности применения вакуумных выключателей для коммутации печных трансформаторов. Основные схемы нелинейных ограничителей перенапряжения. Типы и схемы печных трансформаторов. Особенности использования токоограничивающих реакторов. Разновидности и основные параметры коротких сетей дуговой печи и установок печь-ковш. Статические тиристорные компенсаторы в системах электроснабжения ДСП и УПК.</p>
ПК-7 – Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике		
Знать	– основные режимы работы	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <p>1. Комплексное электрооборудование черновой клетки на базе синхронного двигателя.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>низковольтного и высоковольтного электрооборудования; – особенности работы низковольтного и высоковольтного электрооборудования в различных эксплуатационных и аварийных режимах; – физические и математические зависимости параметров работы низковольтного и высоковольтного электрооборудования в различных эксплуатационных и аварийных режимах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Электрооборудование моталок. 3. Особенности взаимосвязанной работы электроприводов клетей стана горячей прокатки. 4. Особенности работы электроприводов клетей стана холодной прокатки. 5. Расчет суммарного графика нагрузки по клетям станов горячей и холодной прокатки. 6. Электроприводы вспомогательных механизмов прокатных станов. 7. Особенности силовой схемы преобразователей частоты электроприводов клетей. 8. Особенности группового питания преобразователей частоты. 9. Особенности автоматической системы контроля загрузки силовых трансформаторов. 10. Обслуживание фильтрокомпенсирующих устройств. 11. Электрооборудование разматывателей, натяжных станций, накопителей полосы, дрессировочной клетки, моталки. 12. Электрооборудование печных зон агрегатов непрерывного горячего цинкования. 13. Электрооборудование секции химической очистки. 14. Электрооборудование гальванических ванн агрегатов горячего лужения. 15. Основное электрооборудование сверхмощных дуговых сталеплавильных печей и агрегатов печь-ковш. 16. Особенности применения вакуумных выключателей для коммутации печных трансформаторов. 17. Основные схемы нелинейных ограничителей перенапряжения. 18. Типы и схемы печных трансформаторов. 19. Особенности использования токоограничивающих реакторов. 20. Разновидности и основные параметры коротких сетей дуговой печи и установок печь-ковш. 21. Статические тиристорные компенсаторы в системах электроснабжения ДСП и УПК. <p style="text-align: center;">Методические рекомендации для подготовки к экзамену</p> <p>Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену) по дисциплине заключается в самостоятельной детальной проработке лекционного материала и материала, вынесенного на самостоятельное изучение с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Рекомендуется производить подготовку систематически, используя все время, предусмотренное учебным планом для самостоятельной работы.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – устанавливать причинно-следственные связи между параметрами технологического процесса и нормальным режимом работы электрооборудования; – определять требуемые режимы работы низковольтного и высоковольтного электрооборудования в зависимости от условий эксплуатации и технологического процесса; – определять номинальные и критические параметры технологического процесса в заданном эксплуатационном режиме. 	<p style="text-align: center;">Примерные практические задания к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построение графиков суммарных нагрузок по секциям 10 кВ непрерывного стана холодной прокатки 2. Исследование силовых схем многодвигательных электроприводов сортовых станов в среде Matlab-Simulink 3. Анализ обеспечения безаварийной работы взаимосвязанных электроприводов агрегатов непрерывной обработки полосы 4. Исследование энергетических показателей комплекса «Дуговая сталеплавильная печь – статический тиристорный компенсатор в среде Matlab-Simulink
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками расчета допустимых параметров технологического процесса; – методиками и навыками расчета требуемых параметров электрооборудования для заданного технологического процесса; – способами расчета требуемых параметров технологического процесса по заданной методике с учетом выбора оптимального режима эксплуатации электрооборудования. 	<p style="text-align: center;">Примеры заданий к аудиторной контрольной работе №1</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №1</i> – Электрооборудование типовых производственных механизмов. Особенности электрооборудования металлургического производства. Электрооборудование доменного производства. Электрооборудование аглофабрик. Электрооборудование листовых станов горячей прокатки. Электрооборудование листовых станов горячей и холодной прокатки.</p> <p><i>Аудиторная контрольная работа №2</i> – Электрооборудование сортовых прокатных станов. Электрооборудование линий непрерывной обработки полосы. Электрооборудование дуговых сталеплавильных печей и агрегатов ковш-печь.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – студент демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – студент демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – студент демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – студент демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература

1. Миронова, А. Н. Электрооборудование и электроснабжение электротехнологических установок : учебное пособие / А. Н. Миронова, Ю. М. Миронов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 470 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013686-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/949144> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература

1. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы : учебное пособие для вузов / И. И. Алиев. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04254-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453588> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика. Основное оборудование : учебник для академического бакалавриата / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 416 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08545-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434638> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Мугалимов, Р. Г. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин : учебное пособие / Р. Г. Мугалимов. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1022.pdf&show=dcatalogues/1/1119287/1022.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика»
<https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive>

5. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» <http://esik.magtu.ru/ru/>

6. . Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета"
<http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#>

в) Методические указания

1. **Корнилов, Г.П.** Лабораторный практикум по дисциплинам «Теоретические основы электротехники» и «Основы электротехники и электроники» с выполнением на персональном компьютере: Учебное пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» // Магнитогорск: ГОУ ВПО МГТУ, 2011. 76 с.

2. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы : учебное пособие для вузов / И. И. Алиев. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04254-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453588> (дата обращения: 17.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

Перечень программного обеспечения:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Список Интернет-ресурсов, доступ к которым при регистрации обеспечен с любого компьютера:

1) Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

2) Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3) Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

4) Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

5) East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

6) Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7) Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.

8) Экономика. Социология. Менеджмент : Федеральный образовательный портал : сайт. – URL: <http://ecsocman.hse.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

9) Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва : НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

10) Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

11) Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

12) Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

- 13) Springer Protocols : Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний : сайт. – URL: <http://www.springerprotocols.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 14) SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 15) Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 16) zbMATH : Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике : сайт. – URL: <http://zbmath.org/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 17) Springer Nature : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <https://www.nature.com/siteindex> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
- 18) Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный консорциум. – Москва : НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
- 19) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
- 20) РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
- 21) ТАСС : информационное агентство России : [сайт]. – Москва, 1999 – . – Обновляется в течение суток. – URL: <http://tass.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Текст : электронный.
- 22) Правительство Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://government.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Текст : электронный.
- 23) Abb.ru : Официальный сайт группы компаний АВВ Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.abb.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
- 24) Elektrozavod.ru : Официальный сайт Уфимского завода «Электроаппарат» [Электронный ресурс]. – Уфа. – Режим доступа: <http://www.elektrozavod.ru/reports/ea>, свободный. – Загл. с экрана.
- 25) Stps.ru : Официальный сайт ООО «Стройподстанции» [Электронный ресурс]. – М. – Режим доступа: <http://www.stps.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
- 26) Siemens.com : Официальный сайт компании Siemens [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.siemens.com/ru/ru.html>, свободный. – Загл. с экрана.
- 27) Schneider-electric.com : Официальный сайт компании Schneider Electric [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/ru/ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 28) Magtu.ru : Официальный сайт ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.magtu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

29) Mmk.ru : Официальный сайт ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.mmk.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Электрические аппараты» предусмотрены следующие виды занятий: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР) и экзамен.

Заполним таблицу в разделе 9:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория релейной защиты и электроснабжения (ауд. 215)	<p>Лабораторные стенды:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Испытания трансформаторов тока (лабораторная работа №2 - панель № 11). 2. Испытания электромагнитных реле тока и напряжения (лабораторная работа №8 – панель № 13). 3. Исследование схем и рабочих параметров магнитных пускателей (лабораторная работа №53 – панель № 21). 4. Испытания промежуточных реле и реле времени на установке У5052 (лабораторная работа №6 – панель № 22) 5. Автоматические выключатели (макеты - раздаточный материал). 6. Предохранители (макеты - раздаточный материал). 7. Измерительные трансформаторы тока (макеты - раздаточный материал). <p>Наглядные материалы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Плавкие вставки предохранителей. 2. Автоматический воздушный выключатель серии АП-50. 3. Дутогасительные решетки автоматических воздушных выключателей. 4. Катушка магнитного дутья электромагнитного контактора постоянного тока. 5. Реле тока серии РТ-40. 6. Реле напряжения серии РН-53. 7. Промежуточное реле постоянного тока с замедлением РП-251. 8. Двухобмоточное промежуточное реле РП-232. 9. Двухпозиционное реле типа РП-8. 10. Промежуточное (трансформаторное) реле типа РП-341. 11. Магнитный пускатель типа ПМЕ, ПМЛ, ПАЕ. 12. Тепловые реле типа РТТ. 13. Герметичные контакты (герконы). 14. Измерительные трансформаторы тока.
Учебные аудитории для	Доска, мультимедийный проектор, экран

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования