



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин
13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В СОВРЕМЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЯХ (В МЕТАЛЛУРГИИ)**

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

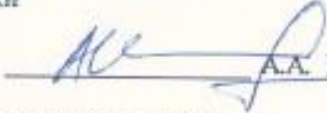
Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники
25.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АЭПиМ,  А.Б. Лымарь

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО "ММК" по электроприводу, канд. техн. наук
А.Ю. Юдин



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.А. Николаев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний и практических навыков для решения задач совершенствования и развития автоматизированного электропривода в основных агрегатах металлургического производства.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии) входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Силовая электроника

Электрические машины

Электрический привод

Теория автоматического управления

Элементы систем автоматики

Теория электропривода

Системы управления электроприводов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способность определять принципиальные решения по составу и размещению электрооборудования, кинематическим схемам, датчикам и приборам технологического контроля, системам регулирования и автоматизации, связям с другими системами
ПК-4.1	Осуществляет мероприятия по выбору, составу и размещению электрооборудования, кинематическим схемам, датчикам и приборам технологического контроля, системам регулирования и автоматизации

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- Форма аттестации - курсовой проект, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1								
1.1 Введение. Цель и задачи курса, его содержание, связь с другими дисциплинами учебного плана специальности.	8	1			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		1			1			
2. Раздел 2								
2.1 Силовая часть в автоматизированного электропривода металлургии.	8	3			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		3			1			
3. Раздел 3								

3.1 Системы регулирования электроприводах металлургического производства.	8	2			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		2			1			
4. Раздел 4								
4.1 Реализация типовых структур систем регулирования комплектных электроприводах постоянного тока.	8	4			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		4			2			
5. Раздел 5								
5.1 Реализация типовых структур систем регулирования комплектных электроприводах переменного тока.	8	4			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		4			2			
6. Раздел 6								

6.1 Методика изучения автоматизированного электропривода металлургических машин и агрегатов.	8	2			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		2			1			
7. Раздел 7								
7.1 Автоматизированный электропривод в доменном производстве.	8	2			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		2			1			
8. Раздел 8								
8.1 Автоматизированный электропривод сталеплавильного производства.	8	4			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		4			2			
9. Раздел 9								

9.1 Автоматизированный электропривод в прокатном производстве.	8	10			9	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		10			9			
10. Раздел 10								
10.1 Изучение автоматизированного электропривода валков клетки стана 630 холодной прокатки	8			8	1	Подготовка к практическому занятию. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу				8	1			
11. Раздел 11								
11.1 Изучение автоматизированного электропривода реверсивного двухклетьевого стана холодной прокатки	8			10	1	Подготовка к практическому занятию. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу				10	1			
12. Раздел 12								
12.1 Изучение автоматизированного электропривода моталки стана холодной прокатки	8			8	1	Подготовка к практическому занятию. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу				8	1			
13. Раздел 13								
13.1 Изучение автоматизированного электропривода входного накопителя полосы агрегата непрерывного горячего цинкования	8			7	1	Подготовка к практическому занятию. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Подготовка к практическому занятию. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	ПК-4.1
Итого по разделу				7	1			

14. Раздел 14								
14.1 Перспективы развития автоматизированного электропривода металлургии.	8	1			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос студентов по изученной теме	ПК-4.1
Итого по разделу		1			1			
15. Раздел 15								
15.1 Выполнение курсового проекта	8				11,85	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Защита проекта	ПК-4.1
Итого по разделу					11,85			
16. Раздел 16								
16.1 Внеаудиторная контактная работа	8							ПК-4.1
Итого по разделу								
17. Раздел 17								
17.1 Контроль	8							ПК-4.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		33		33	36,85		экзамен, кп	
Итого по дисциплине		33		33	36,85		курсовой проект, экзамен	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная и информационно-коммуникационная образовательные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений происходит с использованием мультимедийного оборудования.

При проведении практических занятий используются работа в команде и методы информационных технологий.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Афанасьев, А. Ю. Электрический привод : учебное пособие / А. Ю. Афанасьев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 180 с. - ISBN 978-5-9729-1446-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2102059> (дата обращения: 15.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Москаленко, В. В. Электрический привод : учебник / В.В. Москаленко. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 364 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/4557. - ISBN 978-5-16-009474-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2126826> (дата обращения: 15.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Автоматизированный электропривод : учебное пособие / составители Е. К. Сазонова, А. Л. Чеботарев. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 111 с. — ISBN 978-5-8353-2922-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/290633> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : учебное пособие / составители С. В. Петухов, М. В. Кришьянис. — Архангельск : САФУ, 2020. — 105 с. — ISBN 978-5-261-01473-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/226961> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Лаврухин, А. А. Проектирование управляющих устройств для автоматизированных систем : учебно-методическое пособие / А. А. Лаврухин. — Омск : ОмГУПС, 2020. — 39 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165679> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (а.123, 227)

Компьютерный класс Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Matlab+Simulink, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (а.227а)

Учебная аудитория для выполнения курсового проекта, помещение для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Matlab+Simulink и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (а.227а)

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи для хранения учебно-методической документации, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования

Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде проработки материалов лекций с применением рекомендуемой литературы, работы над курсовым проектом, подготовки к экзамену.

Перечень тем практических занятий

1. Изучение автоматизированного электропривода блюминга 1500
2. Изучение автоматизированного электропривода валков клети стана 630 холодной прокатки
3. Изучение автоматизированного электропривода реверсивного двухклетьевого стана холодной прокатки Электропривод валков непрерывного стана 630 холодной прокатки
4. Изучение автоматизированного электропривода моталки стана холодной прокатки
5. Изучение автоматизированного электропривода входного накопителя полосы агрегата непрерывного горячего цинкования

Курсовой проект

Целью выполнения курсового проекта является закрепление и углубление теоретических знаний по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)», развитие навыков работы с технической литературой, освоение методики расчета автоматизированных электроприводов, приобретение навыков обоснования технических решений.

Задачей проектирования является разработка автоматизированной системы электропривода типового промышленного механизма для металлургического производства. При решении этой задачи студенты должны показать тесную взаимосвязь технологического режима агрегата или механизма, требований к электроприводу, структуру автоматизированной системы электропривода и ее элементной базы.

В задании на проектирование указывается наименование механизма. Исходными данными являются: технология работы механизма, его кинематическая схема, основные технические данные, тип применяемого двигателя и его технические данные.

При проектировании должны быть решены следующие вопросы:

- 1) анализ технологических режимов и формулирование требований к электроприводу;
- 2) расчет и выбор элементов силовой части;
- 3) защита электропривода;
- 4) выбор системы регулирования и ее элементной базы;
- 5) расчет элементов и узлов системы регулирования;
- 6) расчет статических и динамических характеристик;
- 7) составление принципиальной схемы и схемы соединений; блок – схем, функциональных и структурных схем;

Курсовой проект выполняется студентом самостоятельно под руководством преподавателя. Пояснительная записка должна содержать 40 – 60 листов. К защите студент готовит доклад по итогам выполненной работы на 3-5 минут, а также презентацию Power Point, наглядно иллюстрирующую выводы, полученные по

результатам расчетов.

Курсовой проект выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых проектов. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсового проекта. Совпадение тем курсовых проектов у студентов одной учебной группы не допускается. Утверждение тем курсовых проектов проводится ежегодно на заседании кафедры.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовому проекту и рекомендует перечень литературы для его выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной ими теме.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Преподаватель, проверив проект, может возвратить его для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего проект окончательно оценивается.

Перечень примерных тем курсовых проектов

№	Тема курсового проекта
1	Автоматизированный электропривод насосной установки
2	Автоматизированный электропривод лифта
3	Электропривод шахтной подъемной установки
4	Автоматизированный электропривод дымососа
5	Автоматизированный электропривод механизма поворота конвертера
6	Автоматизированный электропривод клетки стана холодной прокатки 2500
7	Автоматизированный электропривод скипового подъема доменной печи №9
8	Автоматизированный электропривод поперечного транспортировочного манипулятора МНЛЗ
9	Электропривод миксера ККЦ
10	Автоматизированный электропривод валков пятиклетьевого стана 630
11	Автоматизированный электропривод разматывателя стана 2000 холодной прокатки
12	Автоматизированный электропривод механизма подъема крана ЭСПЦ
13	Автоматизированный электропривод моталки АНГЦ ПАО «ММК»
14	Автоматизированный электропривод моталки стана 2500 ЛПЦ-4 ПАО «ММК»
15	Автоматизированный электропривод нажимного устройства стана 5000 ЛПЦ-9 ПАО «ММК»
16	Автоматизированный электропривод пластинчатого питателя ДОФ-5
17	Автоматизированный электропривод волочильного стана 2500*6 ОАО «БМК»
18	Автоматизированный электропривод механизма качания кристаллизатора МНЛЗ
19	Автоматизированный электропривод кислородной фурмы ККЦ ПАО «ММК»
20	Автоматизированный электропривод валков черновой клетки стан 370 СПЦ
21	Автоматизированный электропривод нажимных винтов черновой клетки стана 2500 ЛПЦ-4 ПАО «ММК»

22	Автоматизированный электропривод подъема кислородной фурмы ККЦ
23	Автоматизированный электропривод скипового подъема доменной печи №10 ПАО «ММК»

Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-4: Способность определять принципиальные решения по составу и размещению электрооборудования, кинематическим схемам, датчикам и приборам технологического контроля, системам регулирования и автоматизации, связям с другими системами		
ПК-4.1	Осуществляет мероприятия по выбору, составу и размещению электрооборудования, кинематическим схемам, датчикам и приборам технологического контроля, системам регулирования и автоматизации	Определить параметры регулятора тока якоря Определить параметры регулятора скорости Определить параметры регулятора тока возбуждения Определить параметры регулятора ЭДС при двухзонном регулировании скорости Определить и показать на механической характеристике величину статической просадки скорости в разомкнутой и замкнутой САПС с П-регулятором скорости Пояснить, как формируется сигнал переключения групп вентилях в ТП Конструктивные особенности двигателей для металлургической промышленности Конструктивные особенности преобразователей для металлургической промышленности Начертить структурную схему двигателя постоянного тока независимого возбуждения при неизменном потоке возбуждения. Записать формулы для определения электромагнитной и электромеханической постоянной времени, сопротивления якорной цепи, коэффициента связи ЭДС и скорости вращения, конструктивной постоянной машины постоянного тока. Начертить схему реверсивного магнитного пускателя для управления асинхронным короткозамкнутым двигателем. Начертить естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Начертить реостатные механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Начертить механические характеристики

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		двигателя постоянного тока независимого возбуждения при различных напряжениях на его якоре. Начертить механические характеристики асинхронного двигателя при различных частотах питающего напряжения. Указать тормозные режимы для двигателя постоянного тока независимого возбуждения; для этих режимов начертить механические характеристики. Начертить механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в режиме динамического торможения (торможения с независимым возбуждением и с самовозбуждением). Начертить механическую характеристику асинхронного двигателя в режиме динамического торможения. Начертить трехфазную мостовую схему выпрямления. Указать номера тиристоров в схеме в соответствии с их порядком работы. Как изменится угол коммутации при увеличении индуктивного сопротивления фазы трансформатора. Как изменится угол коммутации при увеличении тока нагрузки тиристорного преобразователя. Начертить внешние характеристики преобразователя и механические характеристики привода с учетом зоны прерывистого тока. Указать границу зоны прерывистого тока. Указать основные особенности инверторного режима работы преобразователя. Начертить механические характеристики вентильного электропривода для инверторного режима работы преобразователя. Записать соотношение для углов управления вентильных групп реверсивного тиристорного преобразователя при линейном и нелинейном согласовании углов. Назначение логического переключающего устройства (ЛПУ) в реверсивных тиристорных преобразователях с раздельным управлением вентильными группами. Начертить механические характеристики электропривода с реверсивным тиристорным преобразователем для питания якорной цепи двигателя при использовании преобразователя с раздельным управлением при линейном и нелинейном согласовании углов.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Записать передаточную функцию тиристорного преобразователя и формулы для определения параметров этой передаточной функции. Указать типы преобразователя частоты для электропривода переменного тока. Начертить силовую схему тиристорного преобразователя частоты со звеном постоянного тока. Начертить силовую схему тиристорного преобразователя частоты с непосредственной связью. Начертить временную диаграмму напряжения на выходе трехфазного автономного инвертора напряжения при длительности работы тиристорov 120 эл.градусов. Начертить временную диаграмму напряжения на выходе трехфазного автономного инвертора напряжения при длительности работы тиристорov 180 эл.градусов. Начертить временную диаграмму напряжения для одной фазы преобразователя частоты с непосредственной связью, которая строится на основе трехфазной нулевой схемы. Начертить функциональную схему двухконтурной системы регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока. Начертить структурную схему системы двухзонного регулирования скорости с зависимым ослаблением потока возбуждения двигателя в функции эдс якоря двигателя. Начертить логарифмическую амплитудно – частотную характеристику (ЛАЧХ) разомкнутого контура, настроенного по модульному оптимуму (минимальная некомпенсируемая постоянная времени T_{μ}). Указать частоты сопряжения участков ЛАЧХ. Начертить ЛАЧХ разомкнутого контура, настроенного по симметричному оптимуму (минимальная некомпенсируемая постоянная времени T_{μ}). Указать частоты сопряжения участков ЛАЧХ. Записать обобщенную формулу для определения передаточной функции регулятора при настройке контура по модульному оптимуму в системах с подчиненным регулированием координат. Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при изменении сигнала задания скорости от задатчика

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		интенсивности (П – регулятор скорости). Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при набросе нагрузки (П – регулятор скорости). Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при изменении сигнала задания скорости от задатчика интенсивности (ПИ – регулятор скорости; на входе регулятора скорости фильтр не установлен). Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при изменении сигнала задания скорости от задатчика интенсивности (ПИ – регулятор скорости; на входе регулятора скорости фильтр установлен). Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при набросе нагрузки (ПИ – регулятор скорости). Начертить переходные процессы тока и скорости в системе электропривода с подчиненным регулированием координат с двухзонным регулированием скорости с зависимым ослаблением потока в функции ЭДС якоря двигателя при разгоне двигателя до максимальной скорости (сигнал задания скорости подается от задатчика интенсивности, регулятор скорости – пропорциональный или пропорционально-интегральный). Пояснить назначение корректирующего устройства в контуре регулирования скорости при двухзонном регулировании скорости вращения двигателя. Пояснить назначение корректирующего устройства в контуре регулирования ЭДС якоря при двухзонном регулировании скорости вращения двигателя. Способы коррекции коэффициента передачи регулятора скорости при изменении магнитного потока двигателя (начертить схемы). Способы коррекции коэффициента передачи регулятора ЭДС при изменении магнитного потока двигателя (начертить схемы). Указать основные требования к электроприводу механизма поворота конвертера. Указать основные требования к электроприводу механизма перемещения фурмы.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Указать основные требования к электроприводу механизма качания кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок. Указать основные требования к электроприводу тянущей клетки (тянущих роликов) машины непрерывного литья заготовок. Указать основные требования к электроприводу механизма газорезки машины непрерывного литья заготовок. Начертить качественную зависимость момента сопротивления на валу двигателя от угла поворота конвертера. Начертить качественную зависимость момента сопротивления на валу двигателя от количества металла в конвертере (при различных углах поворота). Начертить циклограмму работы электропривода конвертера и указать выполняемые операции. С какой целью для механизма поворота конвертера применяют многодвигательный электропривод. Начертить зависимость момента сопротивления на валу от времени для механизма кристаллизатора МНЛЗ. Начертить тахограмму и нагрузочную диаграмму для главного электропривода блюминга. Перечислить основные требования к электроприводу валков блюминга. Указать основные особенности индивидуального электропривода валков блюминга. Начертить тахограмму и нагрузочную диаграмму главного электропривода чистовой клетки непрерывного листового стана горячей прокатки. Перечислить основные требования к электроприводу валков чистовых клеток непрерывного листового стана горячей прокатки. Указать основные типы станов холодной прокатки. Указать технологические процессы для непрерывного листового стана холодной прокатки. Указать технологические процессы для реверсивного стана холодной прокатки. Начертить тахограмму и нагрузочную диаграмму для электропривода валков клетки непрерывного листового стана холодной прокатки. Начертить зависимость угловой скорости вращения барабана, линейной скорости движения прокатываемого металла, момента, развиваемого

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		двигателем, тока якорной цепи двигателя от диаметра рулона для моталки непрерывного листового стана холодной прокатки. Начертить зависимость угловой скорости вращения барабана, линейной скорости движения прокатываемого металла, момента, развиваемого двигателем, тока якорной цепи двигателя от времени для моталки непрерывного листового стана горячей прокатки. Перечислить основные требования, предъявляемые к электроприводу моталки листового стана холодной прокатки. С какой целью в систему регулирования натяжения полосы для моталки листового стана холодной прокатки вводят узел компенсации динамического тока. Начертить тахограмму и нагрузочную диаграмму для электропривода нажимного устройства клетки прокатного стана (реверсивный стан горячей прокатки, чистовая группа клеток непрерывного листового стана горячей прокатки). Перечислить основные требования к электроприводу нажимного устройства клетки прокатного стана (реверсивный стан горячей прокатки, чистовая группа клеток непрерывного листового стана горячей прокатки).

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

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) – обучающийся 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) – обучающийся 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) – обучающийся 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) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

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

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Автоматизированный электропривод в современных технологиях». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Показатели и критерии оценивания курсовой работы:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с

заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.