



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ СРЕДСТВАМИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА***

Направление подготовки (специальность)
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники 13.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС 26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры АЭПиМ, д-р техн. наук  А.С. Сарваров

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 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники

Протокол от 30 08 2020 г. № 1
Зав. кафедрой А.А. Николаев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники

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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Энерго – и ресурсосбережения средствами автоматизированного электропривода» являются изучение теории и практики применения автоматизированных электроприводов для решения задач энерго-и ресурсосбережения в промышленности и в сфере жизнеобеспечения.

Для достижения поставленной цели в данной дисциплине решаются задачи, связанные по изучению:

- возможностей автоматизированных электроприводов в области энерго – и ресурсосбережения и их возможностей в реализации программ повышения энергоэффективности эксплуатации оборудования.

- нормативно-правовой базы в этой области проблем; основных факторов, обеспечивающих энергоэффективность эксплуатации электротехнических устройств общего и специального назначения;

- общих принципов оценки энергоэффективности и остаточного ресурса оборудования;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Энерго- и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Дополнительные главы математики в электроэнергетике и электротехнике

Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации

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

Автоматизированный электропривод Shneider Electric

Инновационные направления в электроприводе

Регулируемый электропривод переменного тока

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Энерго- и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способность разрабатывать концепции системы электропривода
ПК-2.1	Формирует компетенции и задачи на разработку системы электропривода

<p>1.1 1.1. Электропривод и технологические процессы</p> <p>1.2. Энергетические модели электродвигателей. Пути реализации энерго- и ресурсосбережения в электроприводах</p> <p>1.3. Нормативно-правовая база по проблемам энергосбережения и повышения энергоэффективности в РФ.</p> <p>1.4. Роль современного автоматизированного электропривода в реализации энергосбережения.</p> <p>1.5. Современное состояние проблемы повышения энергоресурсоэффективности средствами автоматизированного электропривода. Аналитический обзор публикаций.</p>	2	4		12/4И	8	<p>Изучение учебной литературы по заданной теме</p> <p>Подготовка к практическому занятию</p>	<p>Конспект материалов по заданной теме.</p> <p>Устный опрос.</p> <p>Рубежный контроль</p>	ПК-2.1
Итого по разделу	4		12/4И	8				
2. Раздел 2. Энергосбережение в нерегулируемом электроприводе								

2.1 2.1. Энергосберегающие двигатели 2.2. Экономия энергии при замене малозагруженных двигателей 2.3. Экономия энергии за счет ограничения времени холостого хода двигателей 2.4. Энерго- и ресурсосбережение за счет улучшения условий пусков 2.5. Снижение потерь за счет компенсации реактивной энергии	2	4		12/4И	9	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Рубежный контроль	ПК-2.1
Итого по разделу		4		12/4И	9			
3. Раздел 3. Регулируемый электропривод, как основное средство энерго- и ресурсосбережения								
3.1 3.1. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод 3.2. Электропривод постоянного тока. система преобразователь-двигатель 3.3. Системы с тиристорными преобразователями напряжения 3.4. Системы на базе асинхронного вентильного каскада. 3.5. Аналитический обзор публикаций по теме.	2	6		18/8И	9	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Рубежный контроль	ПК-2.1
Итого по разделу		6		18/8И	9			
4. Раздел 4. Ресурсосбережение оборудования в составе электроприводов. Проблемы диагностирования и повышения надежности								

4.1 4.1. Научно-методические основы диагностирования оборудования и оценки остаточного эксплуатационного ресурса. 4.2. Аналитический обзор научных публикаций по проблемам ресурсосбережения в электроприводах. 4.3. Применения программно-технических устройств мониторинга состояния электроприводов.	2	4		12/4И	9	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Рубежный контроль	ПК-2.1
Итого по разделу		4		12/4И	9			
Итого за семестр		18		54/20И	35		зао	
5. Подготовка к контрольному мероприятию								
5.	0							
Итого по разделу								
Итого за семестр		0	0	0				
Итого по дисциплине		18		54/20И	35		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Энерго, и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода» используются традиционная и модульно-компетентностные технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Энерго, и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Весь материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При этом часть практических занятий проводится в интерактивной форме с использованием методов интерактивного обучения. При проведении практических занятиях используются работа в команде и методы информационных технологий.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к проработке тем в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

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 (модуля)

а) Основная литература:

Шохин, В. В. Автоматизированный электропривод механизмов металлургического производства : учебное пособие / В. В. Шохин, А. С. Сарваров. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=947.pdf&show=dcatalogues/1/1118982/947.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Евтушенко Ю.М., Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин [Электронный ресурс] / Евтушенко Ю.М. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01200-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012000.html>

2. Яковлев В.Н., Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта [Электронный ресурс]: учебное пособие / Яковлев В.Н. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01130-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011300.html>

3. Кузнецов Н.Л., Сборник задач по надежности электрических машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Кузнецов Н.Л. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01084-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010846.html>

4. Афонин В.А., Основы теории надежности [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Афонин; под ред. И.И. Ладыгина - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01030-3 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010303.html>

в) Методические указания:

. Schneider Electric. Издательство: Schneider Electric. Средства автоматизации: Методическое указание, 2012. Режим доступа: <https://litmy.ru/knigi/apparatura/24549-schneider-electric-sredstva-avtomatizacii-biblioteka-dokumentacii.html>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
GIMP	свободно распространяемое	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно
Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром	свидетельство №2013612340	бессрочно
Autodesk AutoCAD Electrical 2019	учебная версия	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации)

Учебные аудитории для проведения лабораторных работ (Персональные компьютеры с установленной средой разработки и моделирования National Instruments Multisim, средой разработки Qt Creator, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета)

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся (Персональные компьютеры с установленной средой разработки и моделирования National Instruments Multisim, средой разработки Qt Creator, пакетом ПО Microsoft Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета)

Приложение 1.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, написания рефератов, подготовка к практическими лабораторным занятия и рубежному контролю по темам, сформулированным в п.4. РПД.

Примерный перечень тем для подготовки презентаций к обсуждению на практических занятиях:

1. Нормативные документы по реализации мероприятий в области энергосбережения. Презентация краткого содержания.
2. Роль частотного регулирования в энергосбережении на примере электроприводов вентиляторного типа.
3. Возможности энерго- и ресурсосбережения на основе систем тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный электродвигатель.
4. Современные конструкции энергосберегающих асинхронных электродвигателей (базовый вариант компенсированного электродвигателя)
5. Пути решения проблем энерго, - ресурсосбережения в электроприводах постоянного тока технологических агрегатов.
6. Возможности энергосбережения за счет применения многоскоростных электродвигателей.
7. Проблемы энергосбережения в электроприводах, используемых сфере коммунального хозяйства.
8. Структура системы диагностирования электроприводов.
9. Основные технические устройства систем вибродиагности.
10. Системы теплового мониторинга состояния электродвигателей в задачах ресурсосбережения.
11. Схемные решения и технические средства улучшения гармонического состава токов и напряжения.
12. Автоматизированные системы учета потребления электроэнергии электроприводами технологических агрегатов
13. Системы прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования .
14. Пути повышения надежности эксплуатации электроприводов технологических агрегатов.
15. Обеспечение надежности эксплуатации электроприводов в условиях промышленных помещений.

Примерные аудиторные контрольные работы (рубежный контроль):

Рубежный контроль по теме «Научно-методическая база энерго – и ресурсосбережения средствами автоматизированного электропривода»

1. Учет энергосберегающих технологий при проектирования электротехнических комплексов
2. Нормативные документы, действующие в области энергосбережения и их краткое содержание.
3. Составить последовательность разработки программ по энергосбережению и основные стадии этого процесса.
4. Структура проектов ЭКиС и порядок осуществления их экспертизы с позиции энергосбережения.
5. Обучение эксплуатационного персонала и организация эксплуатации с использованием энергосберегающих программ.
6. Основные этапы проведения оценки мероприятий по энергосбережению
7. Характеристики оценки энергоэффективности систем электропривода и других энергоемких потребителей.
8. Нормирование показателей эксплуатационного ресурса оборудования и пути повышения длительности эксплуатации оборудования

Рубежный контроль по теме «Пути реализации энергосбережения в электроприводе»

9. Оценка влияния замены электродвигателей на энергоэффективность эксплуатации оборудования.
10. Влияние пуско-регулирующих устройств полупроводниковой техники на энерго- и ресурсосбережение в технологических процессах.
11. Оценка влияния тиристорных пусковых устройств на энерго- и ресурсоэффективность.
12. Роль частотного регулирования в энергосбережении в механизмах вентиляторного типа.
13. Проблемы улучшения энергетических показателей систем ТП-Д прокатных станов.
14. Оценка возможностей многоскоростных асинхронных электродвигателей в реализации энергосберегающих режимов эксплуатации.

3. Рубежный контроль по теме «Роль организационно-технических мероприятий в энерго- и ресурсосбережении»

15. Организация эксплуатации электрохозяйства промышленного предприятия.
16. Организация пусконаладочных работ и технического обслуживания ЭКиС.
17. Разновидности электромагнитных помех в ЭКиС и их классификация Принципы нормирования электромагнитных помех в электротехнических установках
18. Схемные и технические средства улучшения гармонического состава токов и напряжения.

4. Рубежный контроль по теме «Ресурсосбережение оборудования в составе электроприводов. Проблемы диагностирования и повышения надежности»
19. Принципы построения диагностических моделей.
 20. Спектральные системы вибро, -и акустодиагностики.
 21. Основные технические средства реализации вибродиагностических систем.
 22. Системы теплового мониторинга. Тепловизоры и опыт диагностирования на их основе.
 23. Встроенные системы диагностирования и мониторинга ЭКЭС.
 24. Системы диагностирования объектно-ориентированных ЭКЭС.
 25. Современные программно-технические средства и системы экспертных оценок.

Приложение 2.

Оценочные средства для проведения промежуточной и итоговой аттестации

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства 3.1:
----------------	----------------------------------	-------------------------

ПК-2: Способностью разрабатывать концепции системы электропривода

ПК 2.1	Формирует компетенции и задачи на разработку системы электропривода	<p>Вопросы к разделу 1.</p> <ol style="list-style-type: none">1. В каких источниках информации отражены передовой отечественный и зарубежный научно-производственный опыт в профессиональной сфере деятельности;2. Перечислите основные направления и пути реализации энерго- и ресурсосбережения в сфере эксплуатации электроприводов-3. Какие методы оценки влияния параметров и характеристик электродвигателей на показатели энерго-и ресурсоэффективности эксплуатации электроприводов применяют при разработке концепции системы электропривода;4. Какие новые решения в электромоторостроении, способствующие созданию энергоэффективных электродвигателей получили развитие;5. Как оценивается влияние пускорегулирующих устройств на показатели работы электроприводов;6. Приведите примеры влияние автоматизированных электроприводов на повышение энергоэффективности технологических процессов за счет регулирования основных координат и методы оценки;7. В каких программных пакетах реализованы современные методы расчета, проектирования, конструирования и направления модернизации электроприводов с использованием систем современных средств автоматизированного электропривода с применением преобразовательной техники и компьютерных средств для решения задач энерго- ресурсосбережения. <p>Вопросы к разделу 2.</p>
--------	---	---

		<p>1. Какие нормативные документы по реализации мероприятий в области энергосбережения существуют?</p> <p>2. Какова роль частотного регулирования в энергосбережении на примере электроприводов вентиляторного типа.</p> <p>3. Оцените возможности энерго- и ресурсосбережения на основе систем тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный электродвигатель.</p> <p>4. Современные конструкции энергосберегающих асинхронных электродвигателей (базовый вариант компенсированного электродвигателя)</p> <p>5. Как решаются проблемы энерго-, ресурсосбережения в электроприводах постоянного тока технологических агрегатов.</p> <p>6. Оцените возможности энергосбережения за счет применения многоскоростных электродвигателей.</p> <p>7. Охарактеризуйте проблемы энергосбережения в электроприводах, используемых в сфере коммунального хозяйства.</p> <p>Вопросы к разделу 3.</p> <p>1. Какие структуры электроприводов постоянного тока с подчиненным регулированием параметров применяются в агрегатах металлургического производства. Приведите примеры реализации и покажите возможности энерго-ресурсосбережения.</p> <p>2. Какие структуры электроприводов переменного тока с подчиненным регулированием параметров применяются в агрегатах металлургического производства.</p> <p>3. Оцените возможности энерго-, и ресурсосбережения при использовании активных выпрямителей.</p> <p>4. Приведите перечень новых типов электродвигателей, находящихся в разработке и</p>
--	--	--

		<p>испытаниях.</p> <p>5. Какие проблемы возникают в электроприводах переменного тока с автономным инвертором напряжения?</p> <p>4. Как реализуется 3-х фазный инвертор напряжения с ШИМ на основе IGBT транзисторов.</p> <p>5. Как обеспечивается тормозной режим двигателя переменного тока при питании от автономного инвертора напряжения?</p> <p>Вопросы к разделу 4.</p> <p>1. Классификация преобразователей частоты. Автономный инвертор напряжения с амплитудной модуляцией, принцип действия, достоинства и недостатки.</p> <p>2. Суть регулирования напряжения методом широтно-импульсной модуляции.</p> <p>3.. В чем проявляется влияние входных фильтров преобразователей частоты?</p> <p>8. Какие фильтры и для чего применяются на выходе преобразователей частоты, их параметры.</p> <p>9. Какие способы рекуперации энергии применяются в преобразователях на основе автономных инверторов напряжения?</p> <p>.Приведите структуру системы диагностирования электроприводов.</p> <p>9.Какие технические устройства применяют в системах вибродиагности.</p> <p>10. Роль системы теплового мониторинга состояния электродвигателей в задачах ресурсосбережения.</p> <p>11. Приведите примеры схемных решений и технических средств, применяемых для улучшения гармонического состава токов и напряжения.</p> <p>12.Приведите примеры реализации автоматизированных систем учета потребления</p>
--	--	---

		<p>электроэнергии электроприводами технологических агрегатов</p> <p>13. Какими способами осуществляется прогнозирование остаточного ресурса</p>
--	--	---

Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Энергоресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме тестирования и экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме, включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Для подготовки к экзамену необходимо изучить темы лекций и темы для самостоятельного изучения с использованием основной, дополнительной литературы, методических указаний, а также интернет-ресурсов (п. 8).

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.